Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der reinen und der angewandten Naturwissenschaft

herausgegeben von

ARNOLD BERLINER

Unter besonderer Mitwirkung von **H. BRAUS** in Würzburg

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 48/49. (Seite 945—968.) **7. Dezember 1923.** **Elfter Jahrgang.**

INHALT:

Über Lichtwirkung auf den Menschen und die Tiere. Von *W. Hausmann, Wien.* S. 945.

Der gegenwärtige Stand der geologischen Forschung: Historische Geologie. (Fortsetzung). Von *E. Wepfer, Freiburg i. Br.* (Mit 2 Abbildungen.) S. 948.

Probleme der Kosmogonie. Von *H. Vogt, Heidelberg.* S. 957.

Über die Beobachtung der Lichtablenkung während der totalen Sonnenfinsternis am 21. September 1922. S. 962.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen:

Elektronenrückstoß bei der Zerstreuung der Röntgenstrahlen und Lichtquantenhypothese. Von *W. Bothe, Berlin.* S. 965.

Zoologische Mitteilungen. S. 966—968.

Über die Verdauung von Hydra. Ein Zwergwels, der kommt, wenn man ihm pfeift. Kopftransplantation an Insekten. Über den physikalischen Zustand von Plasma und Zelle der Opalina ranarum.

ZEISS

Fernrohr-Lupen

werden als monokulare oder binokulare Lupen geliefert. Der Beobachtungsabstand ist bedeutend größer als bei einfachen Lupen mit gleicher Vergrößerung. Vorsatzlinsen gestatten die Wahl einer beliebigen Vergrößerung bis zu 30fach.

Wir liefern auch viele andere für naturwissenschaftliche Zwecke erforderliche Instrumente, wie Mikroskope, Einschlaglupen usw.

Druckschriften und Auskunft durch: CARL ZEISS, JENA

Die Naturwissenschaften

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung bezogen werden.

Monatlicher Bezugspreis:

Für das Inland 2,50 Goldmark. Einzelnummer 0,80 Goldmark zuzüglich Porto.

Für das Ausland vierteljährlich 1,80 Dollar, zahlbar zum Gegenwert in der betreffenden Landeswährung, sofern sie stabil ist, oder in Dollar, englischen Pfunden, Schweizer Franken, holländischen Gulden.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23-24

erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: 1/1 S. 90 Goldmark, Millimeter-Zeile 0,20 Goldmark. Zahlbar nach dem amtlichen Berliner Dollarbriefkurs des Vortages der Zahlung.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Ausland-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.

Fernsprecher Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadr.: Springerbuch. Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.

Postscheck-Konten { für Bezug von Zeitschriften: Berlin Nr. 201 20 Julius Springer, für Anzeigen, Beilagen und Bücherbezug: Berlin Nr. 118 903 Julius Springer.

Hevelius Handbuch f. Freunde der Astronomie u. kosm. Physik. Herausg. von Prof. Dr. Plassmann. GZ. 12.—, geb. 15.—

Sternatlas Nach der 4. Aufl. v. Littrows Atlas des gestirnten Himmels vollst. neubearb. v. Fr. Becker. Geb. GZ. 8.—

Ferd. Dümmlers Verlag, Berlin SW 68. Postscheck 145.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Fluorescenz und Phosphorescenz im Lichte der neueren Atomtheorie

Von **Peter Pringsheim.**

Zweite, verbesserte Auflage. Mit 33 Abbildungen. (VIII, 228 S.) 1923.

8,50 Goldmark / Fürs Ausland 2,05 Dollar.

Geschenkwerke für Weihnachten!

Technisches Denken und Schaffen. Eine gemeinverständliche Einführung in die Technik. Von Professor G. v. **Hanffstengel,** Dipl.-Ing., Charlottenburg. Dritte, durchgesehene Auflage. Mit 153 Textabbildungen. (XII, 212 S.) 1922. Gebunden 4 Goldmark / 1 Dollar.

Man sollte dieses Buch jungen Leuten in die Hand geben, die sich dem technischen Berufe widmen wollen, ferner den Frauen unserer Ingenieure, wie der Verfasser wünscht, „um ihnen ein tieferes Verständnis für die Arbeit der Männer" zu ermöglichen, aber auch sonst allen, die zu der Technik im Leben in irgendwelcher Beziehung stehen.

J. P. Koch: Durch die weiße Wüste. Die dänische Forschungsreise quer durch Nordgrönland 1912—1913. Deutsche Ausgabe besorgt von Prof. Dr. **Alfred Wegener,** Teilnehmer der Forschungsreise. Mit 158 Textabbildungen und 2 Karten. (X, 248 S.) 1919. Gebunden 9 Goldmark / 2 Dollar.

. . . . Durch die Eiswüsten des höchsten Nordens führen die Schilderungen über Firne weißen Schnees und durch Täler unendlichen Schweigens . . . Es ist ein Genuß, diese schöne deutsche Ausgabe zu sehen und zu lesen; es gibt wenige neuere Reiseschilderungen, die in gleicher Weise zu fesseln und zu belehren verstehen . . . . Das Buch eignet sich in jeder Beziehung als vorzügliches Weihnachtsgeschenk.

Der Radio-Amateur. „Broadcasting". Ein Lehr- und Hilfsbuch für die Radio-Amateure aller Länder. Von Dr. **Eugen Nesper.** Zweite, unveränderte, durch einen Nachtrag ergänzte Auflage. Mit 377 Abbildungen und 2 Kunstdruckblättern von L. Lutz Ehrenberger. Erscheint Anfang Dezember. Gebunden etwa 12 Goldmark / Für das Ausland etwa 3,50 Dollar.

Nachdem die erste Auflage nach wenigen Wochen vergriffen war, erscheint hiermit die zweite Auflage noch rechtzeitig für den Weihnachtstisch. Zum erstenmal wird in diesem Buche eine umfassende Darstellung der technischen Grundlagen des Radio-Amateurbetriebes geboten. In allen Volkskreisen, besonders auch unter der heranwachsenden Jugend, nimmt das Interesse für das Radio-Amateurwesen ständig zu.

Kritik der öffentlichen Meinung. Von **Ferdinand Tönnies.** (XII, 584 S.) 1922. 12 Goldmark; gebunden 15 Goldmark / 2,90 Dollar; gebunden 3,35 Dollar.

. . . . Das Buch von Tönnies als großzügig durchgeführter Versuch, die unendliche Mannigfaltigkeit sozialer Phänomene unter gewisse Oberbegriffe zu gruppieren, von hohem Wert, und auch die empirischen Abschnitte wird man als übersichtliche Zusammenstellungen und Lebenserfahrungen des „Vaters der deutschen Soziologie" willkommen heißen. „Frankfurter Zeitung."

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Entdeckte Verborgenheiten

aus dem

Alltagsgetriebe des Mikrokosmos

Von

Professor Dr. **Paul Lindner**

Vorsteher der biologischen Abteilung
am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin

Mit 1 farbigen Tafel und 56 Textabbildungen

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW, Hedemannstr. 10 u. 11
1923

Geheftet, Preis 6 Goldmark, gebunden, Preis 9 Goldmark.

Lieferungsbedingungen auf dem Bestellzettel.

Aus dem Vorwort.

Am 27. August 1723, also vor 200 Jahren, starb in Delft der Entdecker und unentwegte Enthüller so mancher Verborgenheiten des Mikrokosmos, Antony van Leeuwenhoek. Man kann wohl sagen, daß er die letzten 70 Jahre seines Lebens fast ausschließlich mikroskopischen Studien gewidmet und so zu einer Fülle von Erfahrungen gekommen ist, wie sie einem andern Sterblichen kaum jemals auf diesem Gebiet zugänglich war. Die Spanne von fast drei Jahrhunderten, die zwischen uns und ihm liegt, ist durch eine stetige Fortentwicklung unserer mikroskopischen Erfahrungen gekennzeichnet, die auch manche praktisch wichtige, der Allgemeinheit zugute gekommenen Früchte gezeitigt.

Nicht jeder ist heut in der Lage, sich ein Mikroskop anzuschaffen und selbst zu forschen. Das ist aber noch kein Grund, sich überhaupt nicht um die Ergebnisse der Forscher von Beruf zu kümmern. Was die Natur uns offenbart, ist immer wichtig, fördert uns in unserer Wirtschaft, läßt uns alte Vorurteile und Praktiken über Bord werfen. Wir lernen zweckmäßiger zu arbeiten, ohne Energieverschwendung mit höchstem Nutzeffekt, wir lernen aus vordem wertlosen Abfällen neue Werte herauszuholen. All das ist ungeheuer wichtig in Zeiten der Not. Das Zusammengedrängtsein der Menschen und Tiere in großen Städten erfordert eine besonders sorgfältige Überwachung all jener Maßnahmen, die der Volksgesundheit und Seuchenbekämpfung dienen, dem Anbau und der Verteilung der Nährstoffe und ihrer zweckmäßigen Verarbeitung im Nahrungs- und Genußmittelgewerbe. Die Haltbarmachung und Speicherung der so erhaltenen Produkte, ihre Verwertung für den Haushalt, die Ausnutzung der Nebenprodukte und Abfallstoffe, auch derjenigen der menschlichen Wirtschaft — alles dieses sind wichtige Probleme, für die jedermann sich interessieren muß, der mitreden will. Da nun aber überall mikroskopisch kleine Wesen ihr Wesen oder Unwesen treiben, müssen wir gerade ihnen eine besondere Aufmerksamkeit widmen.

Das vorliegende Buch will nach Möglichkeit ein tieferes Verständnis für alle unsere Wirtschaft beeinflussenden und bedingenden biologischen Kräfte vermitteln. Es soll ein Belehrungsbuch für Naturfreunde sein, die tiefer in die Vorgänge blicken wollen, als das bloße Auge ihnen gestattet. Welches Kapitel sie auch aufschlagen werden, ein jedes wird für sie anregend wirken. Besonderen Wert habe ich auf die Darbietung jener neueren Forschungsergebnisse gelegt, die klärend in dem Streit der Tagesfragen, wie z. B. in der Antialkoholbewegung wirken können.

So mögen der „Verborgenheiten", eine Ausdrucksweise, die auf Leeuwenhoeks Grabdenkmal in der Oude Kerke in Delft eingegraben, immer mehr ans Licht gebracht werden.

Berlin, im August 1923. **Paul Lindner.**

Inhaltsverzeichnis.

1. Der Makro- und Mikrokosmos im Spiegel der menschlichen Vorstellungen und Erkenntnisse S. 1 — 2. Licht, Luft und Leben S. 7 — 3. Die Pflanze als Wärme- und Kraftspeicher S. 14 — Die Entstehung der Steinkohle S. 14 — Ausnutzung der Steinkohlen S. 20 — Die Entstehung des Erdöls S. 20 — Die Torfbildung S. 23 — Gewinnung von Spiritus aus Torf S. 24 — Die Bedeutung des Zellstoffs S. 27 — Die Pflanze als Nährstofflieferant S. 28 — Grüne Tiere mit Kohlensäureassimilation S. 36 — 4. Pflanzenleben ohne Licht S. 37 — Mutmaßlicher Ursprung der organischen Substanz im Licht ohne Lebenskeime S. 39 — 5. Die Bedeutung des Luftstickstoffes für die Pflanze S. 40 — 6. Die biologischen Vorgänge im Boden S. 45 — Die Wirkung des Lichtes auf physiologisch wichtige Verbindungen S. 50 — Wirkung des Lichtes auf nicht grüne Pflanzen S. 51 — Wirkung radioaktiver Stoffe S. 52 — 7. Die Bedeutung des Wassers für die Entfaltung des Lebens S. 53 — 8. Die Nahrung für den lebenden Organismus S. 64 — 9. Die wichtigsten auf Nektar und Honig bzw. Alkoholgenuß eingestellten Tiergeschlechter S. 71 — 10. Zuckerrohr, Palmen und ihre gärfähigen Säfte S. 82.

11. Die Baumsäfte als Nahrung S. 83 — 12. Der Blutungssaft der Bäume und seine Ausnutzung als Zuckerquelle S. 84 — 13. Der Milchfluß der Bäume S. 85 — 14. Der gärende Eichenschleimfluß S. 87 — 15. Honigtau und Honigtauregen S. 89 — 16. Der Honigtau und seine Nutznießer S. 89 — 17. Tierischer Honigtau S. 92 — 18. Ambrosiapilze als Nährstoff für Borkenkäfer und Gallenbewohner S. 94 — 19. Die Verarbeitung zuckerhaltiger Säfte zu Rum und Arrak S. 97 — 20. Agavenwein „Pulque", das Nationalgetränk der Mexikaner S. 99.

21. Die Gärung in Frucht- und Beerensäften S. 99 — 22. Zider- oder Apfelweinflora. Weingärung S. 100 — 23. Die Obstmade und ihre Bekämpfung S. 103 — 24. Milchgärungsprodukte S. 104 — 25. Das Schicksal der Nahrung im Darm S. 105 — Die Darmflora S. 105 — 26. Die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen S. 109 — Sind Pflanzenfresser reine Vegetarier? S. 109 — 27. Der Magen als Gärbottich S. 110 — 28. Alkoholbildung bei Bakteriengärungen im Darm und in künstlichen Nährlösungen S. 110 — 29. Die Fäkalien als Nahrungsquelle S. 113 — 30. Einige ernährungsphysiologische Betrachtungen S. 114.

31. Nahrungsgifte S. 123 — 32. Gerberei S. 126 — 33. Fasergewinnung. Neuere Erkenntnisse im Röstverfahren S. 127 — 34. Verdauungsvorgänge beim Pflanzenfresser S. 129 — 35. Mikrobenhilfe bei der menschlichen Ernährung S. 130 — 36. Die Fäkalien und ihre Auswertung zur Schaffung neuer Nahrung S. 132 — 37. Benutzung der Fäkalien zur Pilzzüchtung. Champignonzucht S. 140 — 38. Gegenseitige Abhängigkeiten. Symbiosen zwischen Tieren und Pflanzen S. 142 — 39. Ein hefenähnlicher Parasit Telohania corethrae in den Larven von Corethra plumicornis als Mikrosporidie erkannt S. 151 — 40. Vom Auge und vom Sehen S. 152 — Die Mikrophotographie S. 157.

41. Veränderungen und Schädigungen des Auges durch die direkten sichtbaren Lichtstrahlen S. 159 — 42. Zur Geschichte des Mikroskops und der mikroskopischen Forschung S. 160 — 43. Mikroskopkauf, mikroskopische Präparate S. 178 — 44. Beobachtung wachsender Kristalle und künstlicher Zellen S. 179 — 45. Beobachtung wachsender Pilz- und Älchenkulturen und des Liesegangschen Phänomens S. 180 — 46. Stärkekörner und Stärkereaktionen S. 183 — 47. Pflanzenleben im Wasser S. 188 — 48. Eine wichtige Arbeit über Eisenbakterien des Wassers S. 202 — 49. Von der sogenannten „Wasserblüte" S. 205 — 50. Das sogenannte „Meteorpapier" S. 206.

51. Zur Auswertung der Meeresalgen S. 207 — 52. Tierische Bewohner des Wassertropfens S. 213 — 53. Einiges über die biologische Selbstreinigung der Gewässer S. 225 54. Für den Menschen pathogene Organismen, die gelegentlich im Gebrauchs- und Trinkwasser vorkommen S. 228 — Wasserfiltration S. 232 — 55. Klärung und Reinigung städtischer Abwässer S. 235 — 56. Das Essigälchen S. 235 — 57. Blatt- und Schildläuse S. 239 — 58. Mücken und Fliegen S. 251 — 59. Die Essigfliegen S. 257 — 60. Die Dasselfliegen S. 257.

61. Milben S. 260 — Milben auf Gerste und Malz S. 263 — Essigmilben S. 264 — Milben auf getrockneter Hefe S. 265 — 62. Die wichtigsten Speicherschädlinge S. 266. 63. Allgemeine Bemerkungen zur Schädlingsbekämpfung S. 277 — 64. Kulturgeschichtliche Schlußbetrachtungen S. 279 — Alphabetisches Sachregister S. 287.

Ein ganz außergewöhnliches, feines Werk von geradezu fesselndem Inhalt für jeden Naturfreund.

„Tausende von kleinsten lebenden Tierchen innerhalb eines einzigen Wassertropfens!" Diese 1675 von Delft ausgehende Kunde Leeuwenhoeks setzte die Mitwelt ins größte Erstaunen und hat seither der Forschung eine Unmenge neuer Probleme gestellt. Ein tieferes Verständnis für alle unsere Wirtschaft beeinflussenden und bedingenden biologischen Naturvorgänge will Lindners ganz prachtvoll geschriebenes, reich illustriertes Buch vermitteln. Es ist ein hervorragendes Belehrungsbuch für alle, die tiefer in die Vorgänge der Natur blicken wollen, als das bloße Auge ihnen gestattet. Ich verweise besonders auf das vorstehend abgedruckte ausführliche Inhaltsverzeichnis des fesselnden Werkes, das wohl jedem etwas ihn Interessierendes bietet.

Zu Bestellungen wolle man nachstehenden Bestellschein verwenden.

Berlin SW 11
Hedemannstraße 10 u. 11
im Herbst 1923.

Paul Parey,
Verlagsbuchhandlung.

Bücherzettel.

(Abzutrennen und in offenem Briefumschlag mit der Aufschrift „Bücherzettel", mit Drucksachenporto freigemacht, einer Buchhandlung einzusenden.)

Der Unterzeichnete bestellt hiermit:

..... **Lindner, Entdeckte Verborgenheiten aus dem Alltagsgetriebe des Mikrokosmos.**

Großoktav-Format. 300 Seiten.
Geheftet, Preis 6 Goldmark, in Halbleinen gebunden, Preis 9 Goldmark.*)

(Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11)

Name:.....

Ort und Poststation:.....

*) ***Lieferungsbedingungen:*** *Bei Voreinsendung des Betrages in wertbeständigen Zahlungsmitteln (Goldanleihe, Dollar-Schatzanweisungen, Rentenmark) erfolgt die Zusendung porto- und verpackungsfrei. Zahlungen in Papiermark werden zum Goldmark-Briefkurs des Eingangstages der Zahlung gutgeschrieben. Hierzu 5% für Porto u. Verpackung. Lieferung nach dem Auslande gegen Voreinsendung des Betrages: 1 Goldm. = 1,25 Schw. Fr., hierzu 5% für Porto u. Verpackung. Zahlbar auch in jeder anderen wertbeständigen Währung, entsprechend umgerechnet.*

Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 30. November 1923. Heft 48/49.

Über Lichtwirkung auf den Menschen und die Tiere.

Von W. Hausmann, Wien (Lupusheilstätte).

Ist von der Lichtwirkung auf Menschen und Tiere die Rede, so hat man den Eindruck, als müßte es ein leichtes sein, Angaben aller Art über die verschiedensten Formen der Lichteinflüsse zu machen und zu einem einheitlichen Überblick über dies Wissensgebiet zu gelangen. Untersucht man jedoch diese Fragen etwas näher, so kann man sehen, daß wohl eine recht große Zahl von Lichtwirkungen bekannt ist, daß wir trotzdem aber erst in den Lehrlingsjahren der Lichtbiologie und Lichtpathologie stehen.

Eines muß man sich bei diesen Überlegungen immer vor Augen halten: Das Licht ist für den Ablauf der Lebensfunktionen des Menschen und der Tiere nicht unbedingt nötig. Mit dieser Feststellung ist schon gesagt, daß alles, was wir von Lichtwirkung auf Mensch und Tiere anführen können, sich nur auf Lichtfunktionen bezieht, die sich zwar unter physiologischen oder pathologischen Bedingungen abspielen können, daß aber alle diese Funktionen mit dem Leben tierischer Organismen im Sinne von Sein oder Nichtsein nichts zu tun haben. Hierin ist ein tiefgreifender Unterschied zwischen tierischen und einem sehr großen Teile der pflanzlichen Lebewesen gegeben.

Und fragen wir uns nun weiter: Das Licht ist also, wie wir eben gehört haben, zum Leben nicht nötig. Welche Funktionen hat es dann überhaupt, die es so wichtig erscheinen lassen, wie man immer annimmt? Mit anderen Worten: Was kann es bewirken?

Da glaube ich folgendes sagen zu können. Man kann eine ganze Reihe von Lichtwirkungen anführen, wie dies gleich versucht werden soll, man ist aber, insofern es sich um physiologische Lichtwirkungen handelt, nicht recht in der Lage, zu einer einheitlichen und erschöpfenden Auffassung dieser Lichteinflüsse zu gelangen. Zumindest scheint mir dies bisher der Fall zu sein. Ich habe den Eindruck, als wäre dies unter pathologischen Bedingungen nicht so ausgesprochen. Da ist es eher möglich, das bisher Bekannte einheitlich zu beurteilen.

Mit diesen Einschränkungen sei nun nachstehendes über Lichtwirkung auf Mensch und Tier gesagt:

An allen biologischen Lichtwirkungen sind eine Reihe von Faktoren beteiligt, die das Zustandekommen und den Ablauf dieser Prozesse entscheidend beeinflussen.

Dies sind:

1. die Lichtquelle,
2. die Entfernung zwischen Lichtquelle und Objekt, sowie die Richtung der Lichtstrahlen,
3. der Einfluß des Mediums zwischen Lichtquelle und biologischem Objekte,
4. das Objekt selbst in seinem Verhalten zum Lichte,
5. die Umgebung des biologischen Objektes.

Im wesentlichen verlaufen die im ganzen zu übersehenden biologischen Lichtreaktionen an einfachen Lebewesen in der Weise, daß zunächst ein Reiz gesetzt wird, der der Eigenart des betreffenden Lebewesens entsprechend von einer Reaktion beantwortet wird. Ist die Reizwirkung eine übermäßige, so tritt Schädigung ein. Schließlich kann der Tod des Lebewesens erfolgen.

Die Strahlenwirkung ist nicht an bestimmte Spektralgebiete gebunden, die strahlende Energie an sich ist das wirksame Prinzip.

Nach dem Grotthus-Draperschen Gesetz sind nur jene Strahlen photobiologisch wirksam, die absorbiert werden. Deshalb wirken kurzwellige, ultraviolette Strahlen, die von allen Geweben weitgehend verschluckt werden, ganz allgemein. Die Wirkung längerwelliger Strahlenbezirke tritt in der Regel durch die Wirkung lichtabsorbierender Pigmente in Erscheinung. Bei genügender Intensität sind aber auch längerwellige Strahlen an sich biologisch wirksam. In erhöhtem Maße gilt dies von den dunklen Wärmestrahlen um 1200 μμ. Wir können annehmen, daß Spektralstrahlen im Bereiche von 160 μμ bis zu einer Wellenlänge von etwa 2000 μμ Reizwirkungen auf das Zellplasma entfalten können.

Das Bunsen-Roscoesche Gesetz, daß „innerhalb sehr weiter Grenzen gleichen Produkten aus Intensität und Insolationsdauer gleiche Schwärzungen auf Chlorsilberpapier von gleicher Intensität entsprechen", tritt im wesentlichen auch bei photobiologischen Reaktionen in Erscheinung. Dies ist z. B. bei heliotropischen Reaktionen und bei der bakterientötenden Wirkung des Lichtes der Fall.

Zwischen dem Beginn der Belichtung und dem nach außen hin merklichen Eintritte der photobiologischen Reaktionen verstreicht in der Regel eine bestimmte Latenzzeit. Auch bei photochemischen Prozessen sind derartige Reaktionsverzögerungen häufig beobachtet worden. Es geht jedoch nicht an, diese „photochemische Induktion" ohne weiteres mit den Latenzerscheinungen bei photobiologischen Prozessen in Parallele zu setzen.

Diese Latenzzeiten sind um so kürzer, je intensiver die Belichtung ist; ihr Auftreten ist nicht unbedingt an Lichteinwirkung bestimmter Wellenlängen gebunden. Immerhin sind größere Latenzzeiten häufiger bei Einwirkung Lichtes kürzerer als von längerer Wellenlänge zu beobachten. Ein bekanntes Beispiel ist die sofort eintretende Rötung der menschlichen Haut nach Bestrahlung mit Wärmestrahlen, während das photochemische, auf ultraviolette Strahlen zurückzuführende Erythem erst nach einiger Zeit in Erscheinung tritt.

Unter relativ einfachen Verhältnissen verlaufen in Gang gekommene Lichtreaktionen in der Regel nach der Art monomolekularer Reaktionen. Nachwirkung ist bei lichtbiologischen Reaktionen häufig zu beobachten, ihre Abgrenzung gegen die Latenzzeit meist recht schwierig.

Die Lichtwirkungen sind in direkte und indirekte einzuteilen. Eine direkte Lichtwirkung ist z. B. die Erregung der Netzhaut durch Licht, eine indirekte die Empfindung des Geschenen im Hirne. Mit Ausnahme der Lichtreaktion der Körperoberfläche und der angrenzenden Gewebe, sowie des Auges sind alle tierbiologischen Lichtprozesse als indirekte zu bezeichnen.

Zu dieser Gruppe indirekter Lichtwirkungen im weitesten Sinne wären auch die Beobachtungen von *Kestner* zu rechnen. Dieser Forscher nimmt an, daß eine ganze Reihe von Lichtwirkungen durch die Einatmung von Körpern verursacht werden, die durch das Licht aus der Luft gebildet würden.

Nur wenige lichtbiologische Vorgänge können nicht auch durch anderweitige Reize chemischer oder physikalischer Natur verursacht werden. Das sind lichtspezifische Reaktionen sensu strictiore im Gegensatze zu vollkommen oder nahezu unspezifischen Lichtreaktionen.

Es wurde schon in den einleitenden Zeilen darauf hingewiesen, daß eine Lebensnotwendigkeit für Mensch und Tiere im Sinne von Sein oder Nichtsein nicht besteht. Dies gilt für ein oder mehrere Lebensalter der betreffenden Art. Bei dauerndem Lichtentzug durch zahlreiche Generationen hindurch tritt Lichtentwöhnung, Anpassung an die Dunkelheit derart ein, daß diese Organismen zum Leben im Lichte nicht mehr geeignet erscheinen (Augenverkümmerung, Pigmentlosigkeit). Im Gegensatz hierzu ist Lichtgewöhnung vielfach beobachtet worden.

Man hat zahlreiche Untersuchungen über Lichtwirkung auf die Grundstoffe des tierischen Körpers angestellt. Inwiefern sich aus diesen Beobachtungen Schlüsse über den Einfluß des Lichtes auf Lebensvorgänge ziehen lassen, ist noch weiter zu untersuchen, doch ist anzunehmen, daß — abgesehen von kleinen Lebewesen — diese direkten Lichtbeeinflussungen der Grundstoffe nicht überschätzt werden sollten.

Eiweißlösungen werden durch kurzwelliges Licht koaguliert, durch langwellige Strahlen ohne Zusatz von Katalysatoren nicht merklich verändert. Kohlehydrate und Fette werden durch Licht beeinflußt, Blutfarbstoffe weitgehend destruiert.

Die Wirkung der Bestrahlung auf Fermente umfaßt den Lichteinfluß auf die Fermente selbst, ferner auf den fermentativen Prozeß. Die Lichtwirkung kann in Fermentzerstörung, Hemmung oder Förderung der Fermentwirkung bestehen.

Toxine, Antitoxine und ähnliche Körper können durch Belichtung unwirksam werden. Unter Umständen können diese Beeinflussungen auch im Organismus selbst erfolgen, ebenso sind Wirkungen des Lichtes auf die Abwehrmaßregeln der Tiere gegen Infektionskrankheiten, demnach Beeinflussungen von Immunitätsvorgängen bekannt geworden.

Eine große Bedeutung kommt den Substanzen zu, durch welche Lebewesen oder von Lebewesen produzierte Substanzen gegen *Licht empfindlich gemacht* werden.

In der Photochemie nennt man nach der Definition von *J. M. Eder* „chemische Sensibilisatoren" solche Beschleuniger von Lichtreaktionen, die die Lichtempfindlichkeit eines lichtempfindlichen Stoffes während der Belichtung erhöhen, ohne selbst lichtempfindlich zu sein.

Von einer „Übertragungsphotokatalyse" ist dann die Rede, wenn ein, an und für sich, nicht oder wenig lichtempfindlicher Körper durch Zusatz einer lichtempfindlicheren Substanz sekundär durch Lichtwirkung verändert wird.

Wird aber die Erhöhung der Lichtempfindlichkeit durch Farbstoffe oder ähnliche Substanzen bedingt, die das Licht in jenen Spektralbezirken absorbieren, für die sie Lichtempfindlichkeit verleihen, so spricht man von *optischer Sensibilisation*.

Unter biologischen Bedingungen sind die von *C. Neuberg* entdeckten lichtkatalytischen Reaktionen der Schwermetalle, besonders der Eisensalze, sowie die „photodynamische Erscheinung" von Bedeutung.

H. v. Tappeiner und seine Schule haben gezeigt, daß Lebewesen und von Lebewesen produzierte Zellen und Substanzen, wie Fermente, Toxine u. dgl., bei Gegenwart der sogenannten *photodynamischen Substanzen* im Lichte getötet resp. zerstört werden können. Es handelt sich um fluoreszierende Substanzen, die im Dunkeln ungiftig, im Lichte höchst giftig sind.

Durch solche Substanzen können im Lichte Warmblüter, Kaltblüter, wie niedrigste Lebensformen vernichtet werden. Diese Farbstoffe kommen in der Natur unter physiologischen, wie unter pathologischen Bedingungen vor. Die Mitwirkung derartiger „Lichtüberträger" erscheint demnach auch unter natürlichen Bedingungen möglich. In der Regel spricht man in diesem Falle von photobiologischer Sensibilisation.

Abgesehen hiervon können lichtbiologische Prozesse, z. B. phototaktische Reaktionen, durch die verschiedensten Einwirkungen chemischer

oder physikalischer Natur verstärkt oder abgeändert werden (*Sensitivierung* nach *J. Loeb*).

Die Lichtwirkung auf *Wachstumsvorgänge* ist bei lichtgewöhnten, tierischen Organismen nicht allzu belangreich. Lichtentwöhnte Lebewesen können jedoch weitgehend beeinflußt werden, wie dies zum Beispiel die Augenentwicklung bei dem ins Licht versetzten Grottenolm zeigt (*P. Kammerer*[1]).

Der Zellteilungsprozeß kann unter Umständen durch Bestrahlung mit kurzwelligem, wie auch mit längerwelligem Lichte gefördert, bei höherer Intensität auch gehindert werden.

Unter pathologischen Bedingungen (Rachitis) kommt der Belichtung Einfluß auf die Knochenbildung zu.

Die Lichtwirkungen auf *Bewegungsvorgänge* tierischer und pflanzlicher Organismen sind seit langer Zeit bekannt. Diese Phototroprismen sind mit den Lichtreaktionen der Tiere, die auf Änderung der Lichtintensität mit Bewegung oder mit Aufhören der Bewegung antworten, nicht identisch (*J. Loeb*).

Bei allen Lichtwirkungen auf höhere Tiere und den Menschen ist die Wirkung auf die Körperoberfläche von der Wirkung auf die inneren *Organsysteme* und *Organfunktionen* zu unterscheiden.

Die dunkeln Wärmestrahlen werden von den oberflächlichen Körperschichten in starkem Maße absorbiert, sie werden von der menschlichen Haut in weit geringerer Intensität vertragen als die „leuchtenden Wärmestrahlen", als die Strahlen des sichtbaren Spektrums. Diese letzteren penetrieren bis zu erheblichen Tiefen und führen, abgesehen von photobiologischen, im wesentlichen durch Pigmente vermittelten Reaktionen, zu einer starken Erwärmung des Integumentes. Die kurzwelligeren Strahlen (ultraviolette Strahlen) haben geringfügiges Penetrationsvermögen und erhebliche Oberflächenwirkung.

Ultraviolette Strahlen bewirken die *Lichtentzündung der menschlichen Haut*, wie auch ganz allgemein die Entzündung tierischer Gewebe durch kurzwelliges Licht zustande kommt. Hierbei sind im wesentlichen Strahlenbezirke unterhalb der Wellenlänge von 360 $\mu\mu$ von Belang. Bei Bestrahlung mit isolierten Spektrallinien der Quarzquecksilberdampflampe fanden *Hausser* und *Vahle* besonders die Linien zwischen $\lambda = 313$ bis 280 $\mu\mu$ wirksam.

Die Beobachtungen über Lichtentzündung der Haut im Hochgebirge und an der See schienen durch diese Beobachtungen geklärt. Neuerdings haben die grundlegenden Untersuchungen *Carl Dornos* über die täglichen und jahrzeitlichen Schwankungen der einzelnen Spektralbezirke, insbesondere der kurzwelligen, ultravioletten Strahlung im Hochgebirge die Neuaufrollung dieser Fragen nötig gemacht.

[1]) Vgl. diese Wochenschrift 1920, Nr. 2.

Was die Lichteinwirkung auf verschiedene *Organe* und *Organfunktionen* betrifft, so muß die Lichtreaktion isolierter Organe nicht mit der Reaktion des Organes übereinstimmen, wenn der Körper im ganzen bestrahlt wurde.

Ein gewisser, keineswegs konstanter Einfluß der Lichtwirkung ist auf Blutbild und Hämoglobingehalt nachweislich, doch entspricht dies nicht annähernd der tiefgreifenden Veränderung durch Röntgenlicht. Die Blutbildänderung im Hochgebirge scheint nicht in direktem Zusammenhang mit der Belichtung zu stehen.

In einigen Beobachtungen am Menschen ist in den akuten Stadien des Lichterythems eine Erhöhung des Minutenvolumens des rechten Herzens beschrieben worden. Die Wirkung auf die Pulsfrequenz ist keine einheitliche; der Blutdruck wird herabgesetzt. Von einigen Autoren wird dies auf die eingeatmete Lampenluft bezogen.

Nach Abklingen des Lichterythems ist noch monatelang „Ausdehnung der Hautkapillaren" bzw. verringerter Tonus der peripheren Gefäße zu beobachten. Ihre mechanische Reizbarkeit, z. B. Rötung der Haut nach Frottieren, ist erhöht. Hiermit hängt zum Teil die Hautfarbe der dem Lichte ausgesetzten Körperpartien zusammen. Auch die Lymphgefäße sind erweitert.

Nach Belichtungen, die zu einem Hauterythem führten, ist Herabsetzung der Atemfrequenz und Vertiefung der Atemzüge beschrieben worden. Andererseits ist mitgeteilt worden, daß während, ebenso wie nach intensiver Belichtung in Höhenorten Veränderungen in der Atemmechanik auftraten, die individuell und nach dem Ausmaße der Belichtung verschieden waren, ohne daß sich eine bestimmte Gesetzmäßigkeit erkennen ließ.

Der Gesamtstoffwechsel der Säugetiere wird durch Belichtung nicht beeinflußt, der respiratorische Stoffverbrauch und Quotient durch Bestrahlung nicht verändert. Beobachtungen über Umsatzsteigerung durch Belichtung sind auf indirekte Einflüsse (Sinneseindrücke, Muskeltätigkeit) zurückzuführen. Im Gegensatze hierzu sind eine Reihe von Tatsachen über die Beeinflussung des intermediären Stoffwechsels bekannt geworden, wie z. B. des Kohlehydratstoffwechsels, des Kalkumsatzes u. a. m.

Das Licht ist imstande, *nervöse Elemente* auch ohne Vermittlung von Empfangsapparaten zu reizen. Es ist anzunehmen, daß nervöse Einflüsse bei allen Lichtreaktionen von Organen und Organsystemen eine wichtige Rolle spielen. Die Stimmung des Menschen wird durch Belichtung, insbesondere mit kurzwelligen Strahlen, gehoben („Immunität gegen deprimierende Eindrücke"). Allem Anscheine nach kann auch das sympathische Nervensystem durch intensive Belichtung beeinflußt werden.

Die *Temperatur* der Haut und der unmittelbar darunter liegenden Gewebsschichten wird durch starke Belichtung mit den sichtbaren

Strahlen des Spektrums sehr erheblich erhöht. Dunkle Wärmestrahlung wird, da schmerzauslösend, in viel geringerem Maße vertragen. Der „Sonnenstich" ist wahrscheinlich auf übermäßige Bestrahlung mit sichtbaren Lichtstrahlen zurückzuführen.

Die Körpertemperatur der Tiere und des Menschen wird in der Regel durch Belichtung nicht wesentlich beeinflußt. Bei sensibilisierten Tieren (s. o. S. 531) tritt bei Belichtung Temperatursturz ein.

Isolierte Organe. Die Blutgerinnung wird herabgesetzt, rote Blutkörperchen bei genügender Bestrahlung zerstört; ebenso werden die weißen Blutkörperchen geschädigt.

Kurzwelliges Licht erregt glattmusklige Organe. Sensibilisierte Organe (Froschherz, Froschmagen usw.) werden erst erregt, dann dauernd geschädigt.

Durch Belichtung kann *Pigmentbildung* angeregt werden. Unter Umständen wird die Farbe des gebildeten Pigments von der Umgebungsfarbe weitgehend beeinflußt.

Die Bildung des melanotischen Hautpigmentes erfolgt in denselben Spektralbezirken, durch die die Hautentzündung verursacht wird. Die Pigmentierung scheint nicht unbedingt an vorausgegangene Entzündung geknüpft zu sein.

Natürliche Pigmente können unter physiologischen und pathologischen Bedingungen die Funktion haben, Lebewesen gegen Licht empfindlich zu machen. Im Gegensatze zu dieser *aktiven* Pigmentwirkung haben andererseits natürlich Pigmente oft die Aufgabe, tierische und pflanzliche Lebewesen gegen Lichtstrahlen aller Wellenlängen zu schützen (*Pigmentschutz*).

Es gibt Krankheiten, die den Menschen und die Tiere nur dann befallen, wenn sie belichtet werden. Solche *Lichterkrankungen* können durch eine an sich krankmachende Belichtung, ferner durch Bestrahlung mit an sich unschädlichem Lichte bei Individuen gesteigerter Lichtempfindlichkeit zustande kommen.

Gesteigerte Photosensibilität kann durch optische Sensibilisatoren verursacht werden. Diese Sensibilisatoren können von außen zugeführt (z. B. mit der Nahrung) oder im Organismus selbst gebildet werden. Abgesehen hiervon sind Lichtaffektionen mit unbekannter Ursache der Lichtempfindlichkeit beobachtet worden. Es ist anzunehmen, daß nähere Beziehungen zwischen Lichterkrankungen und den sogenannten Avitaminosen (z. B. Skorbut, Rachitis) bestehen.

Durch Licht werden Lebewesen unter gewissen Voraussetzungen getötet. Dieser *Lichttod* ist bei sensibilisierten, tierischen Lebewesen vom Menschen bis hinab zum Infusorium zu beobachten. Der Eintritt und die Möglichkeit des Lichttodes nicht vorbehandelter, tierischer Lebewesen wird von der Größe des betreffenden Organismus und von den Absorptionsverhältnissen der Körperoberfläche weitgehend beeinflußt.

Die Abtötung von Bakterien kann durch sämtliche Spektralbezirke erfolgen. Weitaus überwiegend ist die Wirkung der ultravioletten und auch der ultraroten Lichtstrahlen.

Die bakterizide Lichtwirkung ist an der Heilung tuberkulöser Prozesse beteiligt. Sie ist sicher nicht als Hauptfaktor dieser Heilwirkung anzusehen.

Die Ursache der therapeutischen Lichtwirkung ist *überhaupt noch unklar.* Wie so oft in der Medizin, so folgt auch hier die theoretische Erklärung dem empirisch Gefundenen in weiter Ferne.

Literatur.

O. Bernhard, Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie. Stuttgart 1923.
L. Pincussen, Biologische Lichtwirkungen. Ihre physikalischen und chemischen Grundlagen. Ergebn. der Physiologie 1920, *19*, 79 S. A.
W. Hausmann, Grundzüge der Lichtbiologie und Lichtpathologie. 8. Sonderband zu „Strahlentherapie", Berlin-Wien 1923.

Der gegenwärtige Stand der geologischen Forschung.

Historische Geologie.

Von E. Wepfer, Freiburg i. B.

(Fortsetzung).

In großen Zügen sehen wir während des ganzen Paläozoikums im Norden von Europa ein Festland von etwas unsicher umrissenen Zügen bestehen, das sich nicht nur durch die Angliederung der carbonischen Faltenzüge vergrößert, sondern sowohl im Carbon als auch später wiederum im Perm beträchtliche Ablagerungsgebiete dieser beiden Formationen als Teile dieses Kontinents — nur vorübergehend überschwemmt — erkennen läßt. Die marinen Depressionsgebiete verschieben sich mehr und mehr nach Ostrußland und in die Mediterrangebiete. Das große paläozoische Ablagerungsgebiet im Norden, wo sich noch cambrische und silurische Meeresschichten, dann die z. T. terrestrischen Gesteine der Devon-, Carbon- und Permzeit bildeten, bleibt zwar z. T. immer noch als solches bestehen, aber auch künftig entstehen hier zunächst Ablagerungen, die deutlichst terrestrisch beeinflußt sind: in der *Triaszeit.*

Der große Schnitt, den das stratigraphische Schema zieht, indem es mit der Trias das *Mesozoikum* beginnen läßt, ist von verschiedenen Gesichtspunkten aus berechtigt: vom paläontologischen und vom rein stratigraphischen. Das große Ereignis aber, das den Gegensatz zwischen den gefalteten älteren Gesteinen und den erst in

den tertiären Kettengebirgen gefalteten, im übrigen aber meist mehr oder weniger horizontal oder schwach geneigt liegenden jüngeren Gesteinen von der Trias ab, geschaffen hat, liegt schon weiter zurück: es ist die carbonische Gebirgsbildung, deren Nachwehen bis weit in die Permzeit reichten. Mit der gleichfalls schon im unteren Perm, dem Rotliegenden, im Gang befindlichen Abtragung des carbonischen Gebirges beginnt andererseits jene Schichtserie, als deren normale und auch im allgemeinen Charakter durchaus ähnliche Fortsetzung die Trias angesehen werden muß, während, je nach den örtlichen Verschiedenheiten in den Phasen der Gebirgsbildung, unter Umständen bereits das kohlenführende Obercarbon als der Beginn des von jetzt ab herrschenden terrestrischen Ablagerungstypus erscheint. — Erst mit der Rhätüberflutung zwischen Keuper- und Juraformation tritt eine größere dauernde Meeresüberflutung in Mitteleuropa wieder auf.

In den permischen Ablagerungsgebieten, z. T. aber auch allmählich darüber hinausgreifend, lagerten sich mächtige, meist rot gefärbte Sandsteine, untergeordnet Konglomerate und tonige Gesteine in einer Gesamtdicke von 200 bis 500 m ab, die häufig in ihrer Struktur wieder jene *rasch wechselnde Aufschüttungsrichtung* verraten, die in Flugsanden, aber auch in Flußdeltabildungen vorkommt. Ferner sehen wir öfter die in seichtem Wasser, aber auch in Wüstensanden auftretenden *Wellenfurchen* und in tonigen Schichten *Austrocknungsrisse* und Fährten von Landdinosauriern („Chirotherium"). Diese und ähnliche Merkmale lassen es als sicher erscheinen, daß auch in diesem *Buntsandstein*areal noch keine ständige Meeresbedeckung eingetreten war. Nur vorübergehende Überflutungen, durch Muschelhorizonte angedeutet, haben in Mitteldeutschland stattgehabt. Erst in den obersten Schichten des Buntsandsteins, dem *„Röth"*, macht sich schon die Überflutung der folgenden Muschelkalkzeit fühlbar, aber auch hier treten als Zeichen von Austrocknung stellenweise Gipse und Salze auf. Aus diesem Ablagerungsgebiet ragen einzelne „Inseln" hervor, so in Böhmen, in den Sudeten, im französischen Zentralplateau usw., die z. T. im Laufe der Buntsandsteinzeit allmählich von den Ablagerungen zugeschüttet werden (z. B. der Schwarzwald).

An Fossilien sind besonders zu nennen: Landpflanzen (Koniferen, Equiseten, Farne) und besonders mächtige Stegocephalen (s. o.) von Krokodilsgröße.

Für manche Gegenden Deutschlands hat der Buntsandstein als Baustein (z. B. Straßburger, Freiburger Münster), sowie als Bildhauerstein eine hervorragende Bedeutung.

Mit dem *Muschelkalk* beginnt eine vermehrte Senkung des Ablagerungsgebietes bzw. hört die bisher übliche Sandzufuhr, deren Herkunft noch recht unklar ist, auf: kalkige, dolomitische und mergelige bis tonige Schichten in Mächtigkeit von 200—350 m entstehen, in denen eine individuenreiche, aber artenarme Meeresfauna darin steckt: eine bezeichnende *Binnenmeerfauna*; charakteristisch ist u. a. das Auftreten von Crinoiden (Seelilien), deren Stielglieder ganze Gesteinsbänke bilden. Vorübergehend — im mittleren Muschelkalk — entstanden wiederum durch Austrocknung des Meereswassers mächtige Salz- und Gipslager. Da und dort bestanden noch Inseln (Plateau central, Böhmen) und Unebenheiten, so daß sich die normale, kalkige Ausbildung nicht überall durchsetzt: schon in Lothringen z. B. ist der untere Muschelkalk noch sandig ausgebildet, im mittleren treten z. B. die bunten Farben des Buntsandsteins auf, und in England fehlt der Kalk überhaupt, so daß die sandige Facies aus dem Buntsandstein bis in den Keuper ganz durchreicht. In Luxemburg, nahe dem Ardennenrand, ist der Muschelkalk gar durch geflammte Mergel bzw. durch Konglomerate vertreten, die die Nähe jenes alten Landes verraten.

Der *Keuper* ist charakterisiert durch vielfache bunte Mergel, Sandsteine und Tone, mit Einlagerungen von Gips, auch Salz, seltener kleinen Kohlenflözchen, die alle faciell rasch wechseln können; nur wenige Schichten halten auf größere Entfernung hin aus, so der sog. Grenzdolomit in der unteren Abteilung des Keupers, eine Ablagerung mit deutlichem marinem Einschlag, eine vorübergehende Meeresüberflutung andeutend. Alles übrige zeigt deutlichst Merkmale der Ablagerung auf dem Land, höchstens wechselnder, nicht dauernder Wasserbedeckung; gewisse Sandsteine scheinen nur in mächtigen Rinnen abgelagert, während sie wo anders fehlen. Mit diesen Merkmalen kontinentalen Charakters stimmt die Fossilführung überein: Landpflanzen, Landreptilien, Stegocephalen (bes. Schwaben) spielen eine wichtige Rolle.

Wenn somit in Mitteleuropa bis in den Keuper hinein im großen ganzen ähnliche Ablagerungsverhältnisse herrschen, wie schon seit dem Carbon — eingeleitet offenbar durch den Beginn der karbonischen Gebirgsbildung —, so ist doch eine vermehrte Senkung des Ablagerungsgebietes festzustellen: in England greift der Keuper zum erstenmal wieder auf paläozoische und vorcambrische Gesteine über — ganz ähnlich transgrediert er am Zentralplateau. Diese Senkung nimmt ihren Fortgang, ohne daß die bisherige Sedimentationsart mit ihr standhielte: In breiten Streifen dringt — wohl von Süden her — das Meer zur *„Rhät"zeit* — einem Zwischenglied von Keuper und Jura — ein und leitet die große Juraüberflutung ein. Mit dem Rhät kommt auch eine rein marine Fauna aus dem südlichen Meer her. In Südschweden legen sich seine Schichten auf das Silur, sie bedecken ferner die englischen Kohlenfelder, greifen auf Irland über, erstrecken sich bis nach Posen und von Süddeutschland aus über Lothringen nach der Provence und in die Westalpen.

Die bisher besprochene *„germanische"* Aus-

bildung der Trias findet sich aber auch außerhalb Deutschlands: Buntsandstein greift bis in die Zentralalpen hinein, ist am Karpathenrand erbohrt, findet sich in England (s. o.) als „New red sandstone", in Nordafrika zugleich mit germanischem Keuper, ferner in Rußland in ähnlicher Ausbildung in der Senke, welche bisher die Verbindung des alten „Mittelmeers" jener Zeit mit dem arktischen Gebiet aufrecht erhalten hatte. Im atlantischen Nordamerika ist die untere Trias durch buntsandsteinähnliche, Kohlenflöze und mächtige Eruptivgesteine führende Schichten repräsentiert mit ähnlichen Fossilien wie bei uns; und auch im Felsengebirge

Trias.

ist echter Buntsandstein bekannt, ferner ähnliche Ablagerungen in Südamerika und Südafrika, wo die oberen Glieder der Karrooformation offenbar dieses Alter haben und Reste interessanter *Reptilien mit* einem auffallend *differenzierten Gebiß* geliefert haben; ähnliches ist auch aus Indien bekannt. — Der Muschelkalk reicht nur wenig über deutsches Gebiet hinaus: bei Toulon z. B., dann in Spanien, aus Sardinien und der Dobrudscha ist germanischer Muschelkalk bekannt, auch finden sich auffällige Anklänge an ihn in Oberitalien, während andererseits der oberschlesische Muschelkalk, nach seiner Fauna zu urteilen, von dem im Süden befindlichen großen Meer beeinflußt scheint, wenn wir auch über die Art dieser Verbindung nur Vermutungen äußern können. Auch die spanischen und verwandten Vorkommen (s. o.) zeigen die ganze Schwierigkeit der Abgrenzung des Verbreitungsgebietes unseres Binnenmeeres gegen das eigentliche offene Triasmeer.

Die Ablagerungen dieses „Thetys"meeres finden wir in einem Gebiet, das schon bisher durch stärkere Ausbreitung mariner Schichten gekennzeichnet ist: in der weiteren Umgebung des Mediterrangebietes. Man spricht von einer *mediterranen Triasprovinz* Europas, deren Fortsetzung freilich weit nach Osten reicht.

Diese marine Trias ist zunächst in den Alpen, besonders den Ostalpen, verbreitet. Auch hier herrscht, wenn auch mit anderen Beziehungen, ein äußerst lebhafter facieller Wechsel in Gestein und Fauna, so daß eine Parallelisierung und genaue Gliederung dieses Schichtkomplexes schon innerhalb seines eigenen Verbreitungsgebietes Schwierigkeiten bereitet — um so mehr vollends ein Vergleich mit den so viel fossilärmeren, rein terrestrischen Ablagerungen z. B. des germanischen Keupers. Nur einzelne Gipsvorkommen auch in der alpinen Trias geben hier einen Anhaltspunkt — während Anklänge an germanischen Buntsandstein und Muschelkalk hin und wieder

vorhanden sind. — Zur Buntsandsteinzeit lagern sich im mediterranen Gebiet gleichfalls sandige, z. T. muschelführende Schichten ab, in denen auch Salz und Gips ähnliche Bedingungen der Gesteinsbildung verraten, wie in der germanischen Triasprovinz. Von der Muschelkalkzeit ab hingegen herrscht nun eine selbständige, rein marine Facies: über 1000 m mächtige Kalk- und Dolomitriffe, Kalke mit z. T. ganz erstaunlichem Fossilreichtum, ab und zu unterbrochen von mächtigen, wohl untermeerischen Vulkanergüssen. — In diesen Kalklagen treten zum erstenmal *echte Ammoniten in großen Mengen*, das sind schneckenförmig, meist in der Ebene aufgerollte Cephalopoden, deren Kammerscheidewände — zum Unterschied gegenüber dem Nautilus — überaus stark gefältelt sind, auf. — Die mächtigen Dolomitberge z. B. in Südtirol bestehen aus Gesteinen dieses Alters. Das Rhät schließt auch hier, vorzüglich ausgebildet als marine Ablagerung, diese Serie ab, zum Jura überführend.

Diese mediterrane Facies finden wir wieder in Italien, Sizilien, z. T. Sardinien und Spanien, in den Karpathen, auf der Balkanhalbinsel, in Kleinasien bis in die Kirgisensteppe hinein. In Podolien grenzt jenes Meer im Norden an den Granitstrand des Festlandes, im Süden an das afrikanische Festland. Weiter erstreckt es sich im Osten in den Kaukasus, über Armenien, Persien nach Zentralasien, in die Salt-Range, den Himalaya bis nach Niederländisch-Indien und ferner nach China. In der Salt-Range sehen wir eine der wenigen Stellen, an welchen selbst der Buntsandstein in rein mariner Ammonitenreicher Facies ausgebildet ist.

An der ganzen Pazifikumrandung herrscht gleichfalls rein marine Ausbildung der Trias: d. h. vom uralten, schon damals bestehenden Becken des Großen Ozeans erstreckt sich das Meer über seine jetzigen Grenzen hinaus nach Neuseeland, Australien, Japan, ferner Alaska, Britisch-Columbien, Kalifornien, nach Südamerika hinein und erreichte im hohen Norden Ostsibirien, Spitzbergen und die Bäreninsel, d. h. es bestand eine Verbindung mit dem arktischen Meer.

Im ganzen sehen wir, wie das Meer gegen Ende der Triaszeit eine weitere Ausbreitung gewinnt.

Die *Flora* der Trias setzt sich besonders aus Cycadeen, Coniferen, Equiseten und einigen Farnen zusammen. Die *Fauna* ist charakterisiert durch das Verschwinden der paläozoischen 4-strahligen Korallen zugunsten der sechsstrahligen. Unter den Stachelhäutern herrschen die Crinoiden; Brachiopoden, die noch einen ausgesprochen paläozoischen Anstrich haben, treten zurück gegenüber den reichlicheren Muscheln. Ammoniten spielen eine bedeutende Rolle. Von Fischen treffen wir Selachier, Ganoiden und mit Lungen und Kiemen versehene Dipnoër. Unter den Amphibien herrschen die Stegocephalen mit stark gefaltetem Zahnschmelz: die „Labyrinthodonten" — unter den Reptilien neben den sog. „Theromorphen" — besonders der Karrooformation (s. o.), aber auch in Schottland! — die Crocodilier und die Dinosaurier, welch letztere nicht nur Skelette, sondern auch Fußspuren („Chirotherium") hinterlassen haben. Endlich ist das Auftreten der ersten Säugetiere, der „Multituberculaten", die Beziehungen zu den Beuteltieren und den heutigen Monotremen vereinigen, zu erwähnen.

Im Verhältnis zur Triaszeit macht sich in der *Juraformation* in Europa eine deutlich rückläufige Bewegung bemerkbar: d. h. im Grunde genommen hält die Senkung, welche die Voraussetzung für die Bildung *auch terrestrischer* mächtiger Sedimentserien ist, nicht nur an, sondern sie verstärkt sich so, daß das Meer an Areal gewinnt und das Festland in eine Art Archipel zerfällt, in welchem die alten Gebirgsfragmente durchtreten. Über 1000 m mächtig lagern sich besonders kalkige und mergelige Gesteine ab, sandig-konglomeratische hingegen in viel geringerem Umfang als in der Trias. In Europa fehlt Vulkanismus fast ganz, einzelne Gebirgsbewegungen hingegen lassen sich z. B. in Nordwestdeutschland beobachten. Im übrigen ist die Lagerung ähnlich einfach und ungestört, wie diejenige triadischer Schichten — mit Ausnahme natürlich der im Tertiär entstandenen Kettengebirgsglieder. Der Name ist dem Schweizer Juragebirge entnommen. Zahlreiche, z. T. ausgezeichnet erhaltene Fossilien von geringer vertikaler Verbreitung ermöglichen eine weitgehende Gliederung der Juraformation in zahlreiche *Zonen*, die z. T. über weiteste Strecken der Erde sich verfolgen lassen. Die Transgression des Meeres erreicht ihren Höhepunkt erst im mittleren Jura, dem *Dogger* — während die Ablagerungen des unteren, des *Lias*, bei weitem nicht so verbreitet sind —, und behält ihre Verbreitung im oberen, dem *Malm*, großenteils bei, um dann in zahlreichen Gebieten von einer erneuten Regression abgelöst zu werden.

Über Deutschland und England hin sehen wir ein ziemlich einheitliches Ablagerungsgebiet entstehen; im letzteren Land sind die westlichen Grenzen jenes Meeres noch nicht genau festzustellen, nur in Yorkshire und ähnlich in Oxfordshire erkennt man im Dogger die Nähe des Festlandes, da dort, im Gegensatz zu der sonst marinen Facies, Schichten mit Strandcharakter, Farne, Cycadeen und Flußmuscheln bzw. Säugetiere (Multituberculaten s. Trias!), Insekten enthaltend, auftreten. Zu Ende der Jurazeit bilden sich im oberen Malm des südlichen England wiederum brackische und Süßwasserschichten, zur folgenden Kreideformation hinüberleitend; in Yorkshire hingegen bilden rein marine Schichten den Übergang zur Kreide. — Offenbar reichte jenes Ablagerungsgebiet über die Nordsee hinüber: in Schonen sind pflanzenführende Schichten bekannt, die wieder die Nähe des Strandes andeuten. Jenseits des Kanals breiten sich marine Juraschichten als Untergrund des Pariser Tertiärbeckens aus, und Strandbildungen er-

kennen wir wieder zur Liaszeit am Zentralplateau. Desgleichen bildet Jura wohl den Untergrund der Rheinniederung, wogegen ein südlicher Strand wohl am Teutoburgerwald und Harz erkennbar ist: im obersten Malm tritt hier dieselbe Brack- und Süßwasserformation wie im südlichen England auf. — Nach Osten breitet sich das Meer im Lias bis Mecklenburg, erreicht aber Ostpreußen und Kurland erst zur Doggerzeit, breitet sich ferner nach Südosten über Oberschlesien, Mähren nach Russisch-Polen und Galizien aus, um vielleicht bis an Dnjepr und Donetz zu reichen. — Festland blieb das Rheinische Schiefergebirge, das erst zur Kreidezeit vom Meer erreicht wurde, ferner das böhmische Massiv. Am Ardennenrand finden sich in den pflanzenführenden Sandsteinen des unteren Lias in Lothringen und Luxemburg wieder Merkmale der Strandnähe, die sich gegenüber den Absätzen des übrigen Süddeutschland auch im ganzen Dogger Lothringens bemerkbar macht in der geringeren Tiefe des Meeres, in welchem zahlreiche Korallen auftreten. Gleichfalls in Lothringen und Luxemburg ist an der Grenze Lias/Dogger eine Ausbildung entwickelt, die reich an schichtigen Eisenerzen, der sog. *Minette*, ist, welche für die Eisenerzproduktion Deutschlands die bei weitem erste Rolle gespielt hat.

In Süddeutschland finden sich im Schwäbischen Jura (Alb) rein marine Schichten mit manchen Merkmalen wechselnder Wassertiefe, in ausgezeichneter Weise entwickelt und z. T. äußerst fossilreich. Hier besonders ist eine Gliederung in zahlreiche Zonen, die ursprünglich mit den griechischen Buchstaben α—ζ in allen 3 Unterstufen der Formation belegt worden sind — und die man z. T. in die fernsten Erdteile verfolgt hat. Ein östlicher Strand dieses Meeres lag bei Regensburg, an der böhmischen Masse. Die Fortsetzung des Meeres nach Südwesten spiegelt sich in den Gesteinen des schweizerisch-französischen Jurafaltenzuges wieder, wo übrigens wieder brackische Übergangsschichten zur Kreide von Neufchatel aus nach Süden ausgebildet sind. In Süddeutschland selbst fehlen diese Übergänge, und es scheint, als ob die obersten Schichten des Malm (bei Solnhofen) mit den in den *lithographischen Schiefern* eingeschlossenen Resten von Land- und Flugsauriern, Insekten, einer Vogelart (s. u.) u. a. den normalen Abschluß einer Sedimentationsperiode bedeuteten, dessen letzte Phase zwar noch im Meereswasser vor sich ging (Ammoniten), aber die Nähe des da und dort schon aufgetauchten Landes in jenen Festlandsbewohnern verrät.

Die Art des Zusammenhangs zwischen süddeutschem und norddeutschem Jurameer ist noch nicht völlig geklärt.

Die ausgezeichnete *Zonengliederung* im Jura beruht auf einem gar oft unvermittelt sich geltend machenden Wechsel des Gesteins und einem damit Hand in Hand gehenden meist ebenso unvermittelten Auftreten neuartiger Fossilien, die — trotz ihrer oft großen Ähnlichkeit mit solchen nächst älterer Zonen — dennoch die eigentlichen allmählichen Übergänge vermissen lassen, eine Tatsache, die neuerdings von Manchen als Stütze für sprunghafte „Mutation" ausgebeutet wird. Da der sprunghafte Charakter sich aber zugleich im Gestein äußert, das heißt nicht nur paläontologischen, sondern auch stratigraphischen Charakter hat, so könnte das Bild auch als der Ausdruck wechselnder Sedimentationsepisoden gedeutet werden, so daß unter Umständen nur „mit Auswahl" fossilisiert wurde.

Im Gebiet des *Mittelmeers und der Alpen* herrschten — im Anschluß an den zur Triaszeit bestehenden deutlicheren Gegensatz — offenbar etwas andere Ablagerungsbedingungen. Im Dogger zeigen sich Merkmale einer gewissen Regression, während im Malm das Meer weit ausgebreitet ist, und es bis in die Kreide hinein bleibt. Auch in Gesteinsausbildung und Fossilführung zeigen sich gewisse Unterschiede gegenüber dem nördlicheren Jura.

Zwischen Zentralplateau und der spanischen Meseta, ferner um das letztere Gebirgsstück herum breitete sich Meer als Verbindung zwischen Atlantischem und Mittelmeer: pflanzen- und konglomeratreiche Schichten, z. B. in Portugal, bezeugen die Nähe von Land. In Nordafrika ergriff das Meer von den terrestrischen Sedimentationsgebieten der Trias Besitz; seine Ablagerungen liegen auf den Balearen, in Italien, reichen im Rhonetal nach Norden hinauf und verbinden sich um das Zentralplateau herum mit denjenigen des Pariser Beckens. — Bezeichnend ist hier überall die ausgesprochen marine Ausbildung des obersten Malms als sog. „Tithon"; mit diesem Typus erscheint jenes jurassische Mittelmeer wieder in der Balkanhalbinsel, in den Karpathen, der Krim, in Kleinasien, im Kaukasus und führt zum Ablagerungsgebiet von Indien und bis in den Sundaarchipel; eine Insel ist wohl im Balkangebiet die Region des Rhodopegebirges. — Auch im Gebiet der Westalpen haben offenbar Inseln bestanden, ebenso wie das böhmische Massiv, und einzelne Gebiete Süditaliens die Landnähe gewisser Ablagerungen, z. T. deutliche Transgressionserscheinungen verraten: so Konglomerate, pflanzenführende Schichten, selbst liasische Kohlen. — Im fernen Osten brandet das Meer offenbar an einem australischen Festland, über dessen West- und Südküste es ein Stück weit vordrang; pflanzenführende Schichten kennt man in Neuseeland. Der „indische Ozean" jener Zeit überflutete den afrikanischen Kontinent bis über das Somaliland und nach Abessynien hinein, und im einstigen Deutschostafrika transgrediert mittlerer und oberer Jura, während auf Madagaskar bereits mariner Lias mit Pflanzenresten liegt.

In Rußland fehlt, wie erwähnt, Lias und der untere Teil des Doggers fast durchweg; zur Lias-

zeit erstreckte sich ein Festland von Europa aus weit nach Osten. Seine Flora kennen wir aus den Küstenablagerungen von Schonen (Cycadeen, Coniferen), vom nördlichen Alpenrand gegenüber dem böhmischen Massiv („Grestener Schichten"), im Donetzgebiet, der Krim, dem Kaukasus, ja vom Ural, im Tianshan bis nach Ostsibirien und Nordchina. — Erst im Dogger macht sich die Transgression des Meeres stärker bemerkbar: von Westen, aber auch vom Mittelmeer her drang es vor und bedeckte bald ein riesiges Areal zwischen dem Kaukasus und Skandinavien und das östlich von Skandinavien liegende Gebiet bis in die arktischen Regionen hinein: „Fennoskandia" wurde so als selbständiges Gebiet vom asiatischen Festland abgetrennt. Dieses Meer erhielt sich bis in die Kreidezeit hinein; seine Fauna stimmt mit der mediterranen überein, nur gegen Ende der Jurazeit, da im Westen Trockenlegung eintrat (s. o.), prägte sich eine gewisse Selbständigkeit des russischen Jura auch in einer besonderen, bezeichnenden Ammoniten- (Virgatites) und Zweischaler- (Aucella) Fauna aus. Mit diesem besonderen Gepräge findet sich russischer Malm auf Spitzbergen, im nordwestlichen Sibirien und breitet sich längs den Küsten des Pazifik vom hohen Norden in Asien und Amerika aus, ebenso aber auch im Atlantischen Ozean, wo sich entsprechende Ablagerungen auf den Lofoten, im östlichen Grönland, ja sogar jene russischen Arten in Yorkshire in England wiederfinden, so daß damals ein Zusammenhang zwischen Nordamerika und Nordeuropa kaum bestanden haben konnte.

In *Nordamerika* weicht der in den Aleuten, in Alaska, Kalifornien, ja Mexiko, Peru, Bolivien, Chile und Argentinien verbreitete Jura mit „russischen" Fossilien doch insofern von der russischen Facies ab, als hier vielfach bereits Lias (Alaska, Californien, Nevada) entwickelt ist, und auch sonst faunistisch vielfach Übereinstimmung mit mitteleuropäischem Jura zu beobachten ist. Der südamerikanische Jura ist weiterhin charakterisiert durch mächtige Konglomerate, die fast ganz aus Porphyrgeröllen bestehen, und ferner vulkanische Tuffe, wie denn überhaupt die ganze pazifische Juraausbildung auffallend *viele Eruptivgesteine*, darunter auch Tiefengesteine zeigt, während solche im Mediterrangebiet Europas nur vereinzelt auftreten. Der östliche Teil von Südamerika war Festland. Das entsprechende nordamerikanische Festland, auf dem oder an dessen Rand sich die berühmten kontinentalen, sandigmergeligen Ablagerungen von Dakota, Colorado, Wyoming mit den wohl riesenhaftesten aller Reptilien (Atlantosaurus usw.) gebildet haben, war vom südamerikanischen offenbar durch die vom Atlantischen zum Stillen Ozean reichende Meeresverbindung getrennt.

Die *Flora* der Jurazeit besteht besonders aus Cycadeen, Coniferen, ferner Gingkoverwandten und Equiseten. Aus der *Fauna* mag noch hervorgehoben werden, daß die Schwämme (Spongien) besonders im europäischen Jura oft gesteinsbildend auftreten; auch Korallen, Seeigel, Crinoiden finden sich, oft mit jenen zusammen. Die Brachiopoden werden immer weniger, Muscheln und Schnecken spielen hingegen eine ziemliche Rolle. Im unteren Lias treten die ersten echten Austernbänke (Gryphaea arcuata) auf. Unter den Cephalopoden sind besonders die Ammoniten als ausgezeichnete Leitfossilien hervorzuheben, ferner die zu der Verwandtschaft der Tintenfische gehörigen fingerförmigen Belemniten. — Krebse und Insekten führt besonders der lithographische Kalkschiefer von Solnhofen. Von Fischen sind Selachier, Ganoiden und Knochenfische bekannt. Unter den überaus kräftig entwickelten Reptilien finden sich einerseits riesige Landbewohner in Nordamerika, andererseits völlig an das Leben im Wasser angepaßte Formen: so *Ichthyosaurus* (der „Fischsaurier" mit durchaus fischartiger Gestalt, die Extremitäten sind zu Paddeln umgewandelt), von denen man besonders im berühmten „Posidonienschiefer" des schwäbischen Lias Exemplare mit den Umrissen der Haut kennt, — ferner die langhalsigen Plesiosaurier. Wiederum besonders in den Solnhofer Schiefern kommen die an das Fliegen angepaßten Pterosaurier (Flugsaurier) vor, bei denen der kleine Finger zur Anheftung der Flughaut abnorm verlängert ist. Ganz besonderes Interesse verdient dann auch das Auftreten des ältesten bis jetzt bekannten Vogels *Archaeopteryx* in denselben Schichten: zwei Exemplare, das eine in Berlin, das andere in London aufbewahrt, sind bis jetzt gefunden; wenn auch noch manche Anklänge an den Reptilstamm vorhanden sind, so unter anderem in der Bezahnung des Kiefers, so handelt es sich doch schon um einen echten gefiederten Vogel. — Von Säugetieren treten den triadischen Formen ähnliche (Multituberculaten) auf.

Die *Kreideformation* hat ihren Namen von den in ihrer oberen Abteilung recht häufigen weißen lockeren Kreideablagerungen. — In ihrer Verbreitung schließt sich die untere Kreide recht nahe an den Jura an, wenn auch mancherorts Anzeichen einer deutlichen Transgression vorhanden sind; in diesen Fällen ist die Grenze Jura/Kreide recht deutlich. Andererseits kann aber auch der Übergang zwischen diesen zwei Formationen sich in mariner Facies unmerklich vollziehen. Während der oberen Kreide breitet sich das Meer über ganz besonders weite Länderstrecken aus: es spielt sich eine der größten Transgressionen der Erdgeschichte ab, infolge deren die obere Kreide vielfach auf viel älteren Gesteinen (Carbon, Archaicum) auflagert. Aus dieser Tatsache ergibt sich eine natürliche Zweiteilung der Formation.

Im nordwestlichen Europa dauert die Regression, welche gegen Ende der Jurazeit (s. o.) einsetzt, zunächst fort: einzelne bestehende Inseln schließen sich wohl zu größeren Landflächen zusammen, deren Existenz sich von der Pyrenäenhalbinsel durch Frankreich, Südengland, Mitteldeutschland bis nach Polen bemerkbar macht, und auf denen in einzelnen Tiefgebieten „epikontinentale" Süß- und Brackwassersedimente entstehen, die man mit einem englischen Namen als *Wealden* bezeichnet. Solche Gesteine finden sich

südlich von London, bei Boulogne s. m., ferner in Belgien und in Norddeutschland in einem langen Zug von Braunschweig nach Westen (z. T. sogar auf Dogger transgredierend), und ähnlich in Nordspanien und Portugal: es sind besonders tonige und sandige Schichten, z. T. geschätzte Bausandsteine, mit einzelnen abbaubaren Kohlenlagern. Von Pflanzen finden sich besonders Cycadeen, Farne, Koniferen, von Tieren neben kleinen massenhaften Schalenkrebsen, Süß- und Brackwassermollusken: besonders riesige Dinosaurier.

Kreide.

Bei St. Bernissart in Belgien wurden zahlreiche, fast vollständige Skelette der Gattung *Iguanodon* gefunden, eines bis 18 m langen, aufrechtgehenden, pflanzenfressenden Reptils mit einem an die Vögel erinnernden Beckenbau, ungeheuer kräftigen Hinterbeinen, ebenso kräftigem langem, muskulösem Schwanz, der ähnlich wie beim Känguruh wohl als dritte Stütze des Tieres fungierte, blattförmigen Zähnen und einem besonderen Unterkieferknochen, dem „Prädentale"; der Kopf steht senkrecht zum Hals.

Noch im *Neokom* (= untere Abteilung der Unterkreide) werden die Wealdengebiete vom Meer überflutet, das zugleich offenbar von Norden her, wo in Yorkshire eine ununterbrochene marine Gesteinsserie (s. Jura!) vom Jura zur Kreide hinüberführt, eine charakteristische Fauna mitbringt. — Wie bereits vor dem Wealden in Nordwestdeutschland stellenweise eine Hebung des Untergrundes bis zur Abtragung jurassischer Schichten und dann zur diskordanten Auflagerung jener Gesteinsfolge auf Dogger (s. o.) führte, so läßt sich nochmals vor Beginn des *Gault* (= obere Abteilung der Unterkreide) eine Hebungsphase erkennen, bis dann die allgemeine Senkungstendenz die Überhand gewinnt in der großen Transgression der oberen Kreide. — Die Ablagerungen der marinen unteren Kreide, mit zahlreichen Fossilien und in viele Unterabteilungen von weithin reichender Geltung gliederbar, erstrecken sich durch Norddeutschland, England, Frankreich, das Juragebirge z. T. und große Teile Rußlands in ziemlich übereinstimmender Ausbildung, wobei allmählich eine immer weitere Ausbreitung und gleichförmigere Entwicklung zu beobachten ist.

Im *südlichen Europa und im Mittelmeergebiet* geht seit der Jurazeit die marine Ablagerung ruhig weiter: ihre Spuren finden wir in den Alpen, Karpathen, Südfrankreich, Italien, Spanien usw. Der Unterschied gegenüber der mitteleuropäischen Ausbildung ist offenbar ein klimatischer: dickschalige, aufwachsende Muscheln mit hornförmig ausgezogener Schale von erheblicher Größe (Caprina, Requiemia), Riffkorallen, Schnecken mit schwerem klobigem Gehäuse und

reicher Verzierung (Strombus) u. a., kreidige Kalke von riff- bis stockförmigem Charakter — die Facies des sog. *Urgon* (Orgon in Südfrankreich) — verraten das warme, seichte Meer. Entsprechende Gesteine bilden den „Schrattenkalk" der Westalpen und finden sich fast überall in weiterer Umgebung des Mittelmeers. Weiterhin ist bezeichnend das Vorherrschen gewisser Ammonitengattungen und von Belemniten, die im Querschnitt nicht rund, sondern abgeflacht sind (Duvalia). — Diese ausgeprägte faunistische Facies dringt aber nicht nach Norden vor, trotzdem freie Meeresverbindung in Frankreich wohl vorhanden war. Wir finden also trotz der noch recht abweichenden Gestaltung der Meeres- und Festlandsumrisse schon damals deutliche Anklänge an die heutigen klimatischen Gürtel. — Auch hier machen sich vor Ablagerung des Gault gewisse Küstenverschiebungen und sonstige Unregelmäßigkeiten — einzelne Inseln (Südapennin), wie schon im Jura — bemerkbar, so daß diese letztere Abteilung oft mit klastischen, sandigen Bildungen beginnt; ja in den Ostalpen scheinen geradezu Gebirgsbildungen vor sich gegangen zu sein: Seine Ablagerungen reichen bis zur Krim im Osten und nach Algier und Tunis im Süden, wo der Gault besonders mächtig ist.

Zur Unterkreide gehören vielleicht gewisse Teile des „Wiener-" und „Karpathensandsteins". Eine besondere Facies bildet ferner der „Nubische Sandstein" in der libyschen Wüste mit vielen verkieselten Stammresten, die allerdings vielleicht auch in die obere Kreide gehört.

Östlich vom skandinavisch-finnischen Festland, welches seinerseits das englisch-deutsche Meer im Norden begrenzt, verläuft noch, wie im Jura, ein breiter, flacher Meeresarm zum arktischen Ozean, der bis ins Wolgagebiet reicht. Bald jedoch verschwindet diese Verbindung, wodurch offenbar die größere Übereinstimmung der zentralrussischen mit der europäischen Kreide bedingt wird.

Die mediterrane Kreide der Krim ihrerseits findet sich wieder im Kaukasus, östlich des Kaspischen Meeres, in Kleinasien, Iran, der Salt-Range, im Himalaya, den Molukken, in Neuguinea und im östlichen Australien; ferner reicht sie in breiter Zone vom Osten her nach Afrika, Somaliland, früheres Deutschostafrika, Kapkolonie („Uitenhage"-Formation mit vielen Dreiecksmuscheln: Trigonia), Madagaskar.

Im *Umkreis des nördlichen Eismeers* finden sich die durch die Muschel Aucella, die in den Grenzschichten Jura/Kreide in Rußland eine besondere Verbreitung hat, bezeichneten Schichten: so in Sibirien, auf Spitzbergen, in Ostgrönland, ja in Yorkshire (s. o.) sowie in der nördlichen pazifischen Region: in Alaska, Kalifornien bis in die Kordilleren hinein, ja sogar in Mexiko, allerdings auch mit anderen Typen zusammen, wie wir sie aus Europa kennen (s. Jura!).

In *Amerika* prägt sich im übrigen, genau wie in Europa, ein klimatischer Unterschied zwischen Nord und Süd aus: im Süden (Jamaika, Mexiko, Texas, Südkalifornien und dem ganzen westlichen Teil von Südamerika) finden sich mediterrane Formen. In Maryland und Virginien ist als ein zeitliches Äquivalent des Wealden die *„Potomacformation"* anzusprechen: eine sandige Deltaablagerung mit zahlreichen fossilen Hölzern und sonstigen Pflanzenresten: Equiseten, Farnen, Cycadeen, Koniferen und vor allem den *ältesten bekannten Laubhölzern*. Bemerkenswert ist, daß diese kontinentale Ausbildung im selben Gebiet auftritt wie die kontinentalen, dinosauierreichen Juraschichten. — Auch der Hauptteil von Südamerika ist damals schon ein Kontinent, nur auf seiner atlantischen Abdachung finden sich wiederum wealdenartige Ablagerungen.

Die mächtige Transgression der *oberen Kreide* macht sich sofort in deren unterster Abteilung, dem *Cenoman*, bemerkbar; charakteristisch ist darin das Auftreten eines Eisensilikates von grüner Farbe mit Kaligehalt, in kleinen Körnern, des *Glaukonits*, in sandigen, z. T. auch kalkigen, *„Pläner"* genannten Ablagerungen. In Nordwest- und Mitteleuropa folgen darauf graue Mergel und schließlich die bekannte Schreibkreide (z. B. Rügen), ein lockerer, recht reiner Kalk, bestehend aus Foraminiferenschälchen (besonders Globigerina, Textularia) und sonstigen organischen und anorganischen Kalkkörperchen, in der sehr häufig Feuersteine vorkommen, d. h. Kiesel, dessen Herkunft wohl auf die zahlreichen Kieselschwämme der Oberkreide zurückzuführen ist; Seeigel und Belemniten sind darin sehr häufige Fossilien. — Weit über das Verbreitungsgebiet der unteren Kreide hinaus greifen die Bildungen der oberen Kreide: das Meer bedeckt Irland auf der einen, Nordfrankreich, Belgien, Westfalen, ja ganz Norddeutschland, das Ostseegebiet samt dem südlichen Skandinavien, Mittel- und Südrußland auf der anderen Seite und reicht bis nach Zentralasien. Die alte Erhebungszone: Rheinisches Schiefergebirge, Böhmisches Massiv usw. wurde z. T. schon im Gault, z. T. im Cenoman, z. T. erst in der obersten der drei Abteilungen der oberen Kreide, dem *Senon* überflutet, so daß die Schreibkreide Südrußlands derjenigen Englands überraschend gleicht. Dennoch macht sich jene *mitteleuropäische Gebirgslinie* noch dadurch bemerkbar, daß in langem Zug von Westfalen über den Harzrand nach Sachsen und Nordböhmen eine klastische Facies der oberen Kreide an Stelle der Schreibkreide herrscht: es ist der *Quadersandstein*, dessen malerische Felsformen in der „sächsisch-böhmischen Schweiz" bekannt sind. In diesem Gebiet beginnt das Cenoman, oft unmittelbar auf vorcambrische Gesteine übergreifend, mit Konglomeraten, und die Nähe von Festland verrät sich im häufigen Vorkommen von Laubhölzern (Magnolia- und Ficusverwandte), während in der mittleren Abteilung der Oberkreide, dem *Turon*, bezeichnende, flache marine Inoceramenmuscheln

vorkommen. — Außerhalb dieses Faciesgebietes finden sich besonders im Cenoman Ammoniten, die als Leitfossilien dieser Abteilung auf der ganzen Erde wiederkehren. Das Senon schließlich wird nach den darin vorkommenden Belemniten in Unterabteilungen gegliedert.

Ein Hauptverbreitungsgebiet der oberen Kreide befindet sich im Gebiet von Dänemark, der Ostsee und Schonen, wo auch eine vierte, nämlich die jüngste marine Ablagerung dieser Formation, das *Danien* bekannt ist, das übrigens auch in einzelnen Resten in Nordfrankreich vorkommt. — Wahrscheinlich erreichte die Ober-Kreide-Überflutung selbst die Reste eines so alten Hochgebietes, wie das Hohe Venn, wo lediglich der Verwitterungsrückstand der Schreibkreide, bestehend aus einem Haufwerk von Feuerstein in lehmiger Grundmasse, vorhanden ist, während der kohlensaure Kalk der Kreide gelöst und weggeführt ist.

Etwas weniger als in der unteren, aber doch erkennbar ist auch in der oberen Kreide der Unterschied zwischen Nord und Süd ausgeprägt: bezeichnend für das *Mediterrangebiet* ist das Fehlen der Schreibkreide; dafür macht sich besonders in den Alpen und Karpathen, im Apennin die *„Flyschfacies"* bemerkbar, das sind sehr mächtige, fossilarme Sandsteine, Mergel und Kalke, die allerdings z. T. noch jüngeres, nämlich untertertiäres Alter haben. Diese Gesteine liegen bemerkenswerterweise in der Umgebung alter Kontinentalfragmente (böhmische Masse, ? Inseln im Gebiet des südlichen Apennins) und schon damals vorhandener Anfänge der alpinen — in der Hauptsache tertiären — Gebirgsbildung. — Weiterhin bezeichnend besonders für das eigentliche Mittelmeergebiet sind die *Rudisten*, d. h. infolge Festwachsens und raschen Höhenwachstums lang kegel- bis röhrenförmig gestreckte Muscheln, deren obere Schale als flacher Deckel auf der anderen sitzt. Die massenhafte Kalkabscheidung in diesen klotzigen Schalen beweist wieder warmes, seichtes Wasser. Solche Rudistenschichten — oft förmlich riffartig gebaut mit einer entsprechenden Begleitfauna — findet man in Spanien, Südfrankreich, den Ost- und Südalpen, Karpathen, auf der Balkanhalbinsel, in Kleinasien und Nordafrika am Saume des afrikanischen Kontinents bis nach Arabien, ferner im Gebiet des Indischen Ozeans, meist weit transgredierend. In ähnlichem Sinn, nämlich als Ablagerungen durchaus seichten Wassers sind ferner in Nordafrika, aber auch Spanien und Portugal sowie Süditalien auftretende austernreiche Schichten zu deuten. — Über den Kaukasus, Iran, in den Himalaya, nach Tibet, auf Borneo, die Molukken, ferner nach Ostafrika lassen sich die Ablagerungen dieses „Mittelmeeres" verfolgen.

Faunistisch bezeichnend ist noch das Auftreten von Ammoniten mit sehr vereinfachten Kammerscheidewänden, die dadurch auffallend an Muschelkalkformen gemahnen, die „Kreideceratiten".

Einige besondere Eigentümlichkeiten sind zu erwähnen: 1. die sog. *Seewerschichten* der Westalpen: fossilarme, besonders foraminiferenführende kalkig-mergelige Schichten, die vom Cenoman bis ins Senon abgelagert wurden; 2. in den Südalpen die Seeigel u. a. führenden Ablagerungen der „Scaglia", weißlich bis rötliche Kalk- und Mergelschiefer vom Alter des Senon; 3. fischreiches Senon am Libanon; 4. das auffallende, vereinzelte Vorkommen von echter Schreibkreide in der libyschen Wüste; 5. eine brackische bis Süßwasserfacies der obersten Kreide, die z. T. Kohle führt, in Istrien, Krain, Dalmatien, ähnlich im Bakony, in Portugal und der Provence, d. i. offenbar ein Rückzug des Meeres zu Ende der Kreidezeit, der sich übrigens weithin über die Erde gegen das Tertiär zu verfolgen läßt.

Im Umkreis des *Pazifik* finden sich die Schichten der oberen Kreide, die z. T. mediterranindischen, z. T. mitteleuropäischen Anstrich haben und zahlreiche Ammoniten führen: so in Nordjapan, in Sachalin, in Californien, Peru, Chile, stets nahe der heutigen Küste, d. h. die Scheidung zwischen Pazifischem und Atlantischem Ozean war deutlich ausgeprägt.

Im *atlantischen Amerika* liegt obere Kreide infolge der Transgression ungeheuer weit verbreitet; vor allem sind es glauconitreiche „Grünsande", wie in Europa mit entsprechender Fauna, die sich von New Jersey nach Norden, dann in den westlichen Prärien bis an das Felsengebirge, das Coloradoplateau und nach Britisch-Columbien verfolgen lassen. In Mexiko, Texas, auf den Antillen und in den nördlichen südamerikanischen Anden sind Rudistenkalke von mediterranem Habitus entwickelt. Zum Schluß der Kreidezeit entstehen die etwa dem Danien entsprechenden Ablagerungen der *„Laramieformation"* am Osthang des Felsengebirges von Mexiko bis nach Canada hinein: eine 1000 bis 2000 m mächtige Schichtfolge mit Braunkohlen, in welcher Süßwassermollusken, Säugetiere und Dinosaurier (z. B. das fast nashornartige Landreptil *Triceratops*) sich finden. So sehen wir in weiten Teilen von Nordamerika, trotz immer wiederkehrender Ablagerungen etwa in ein und demselben Areal wiederholt kontinentalen Charakter herrschen: im Jura, der unteren und wiederum der oberen Kreide, ja auch im Tertiär.

Im übrigen findet sich in Jamaika auch Flysch, in Peru eine gewisse Vermischung mediterraner und pazifischer Formen, während in Patagonien pflanzenführender Sandstein bekannt ist.

Trotz der großen Transgression im atlantischen und mediterranen Gebiet verraten sich deutlich genug die Beziehungen zu den jetzigen Meeresbecken. Im *arktischen Gebiet* entspricht ihr eine gewisse Regression: die obere Kreide fehlt dort im Gegensatz zu der außerordentlichen Verbreitung des Jura und Neokom.

In *paläontologischer* Beziehung ist hervorzuheben: das Auftreten der ersten Laubhölzer neben den Cyca-

deen, Coniferen usw.; es zeigen sich Verwandte der Magnolia, von Feige; Pappel, Weide treten bereits auf. — Die Fauna ist in der Schreibkreide bezeichnet durch das massenhafte, gesteinsbildende Auftreten von Foraminiferen (s. o.); daneben spielen in der oberen Kreide Kieselschwämme eine hervorragende Rolle. Unter den Seeigeln herrschen die irregulären vor: besonders die Spatangiden. Die Brachiopoden treten in ähnlichen Formen wie im Jura auf (Terebratula, Rhynchonella), daneben ist häufig die schloßlose Crania. Unter den Muscheln sind die Trigonien, Inoceramen, ferner die „anormalen" Caprinen und Rudisten bereits genannt. Die Cephalopoden sind noch durch zahlreiche Ammoniten und Belemniten vertreten, die aber mit Schluß der Kreidezeit völlig verschwinden. Fische, besonders mehr und mehr die Teleostier, Reptilien (mächtige Pterosaurier mit bis zu 8 m Flügelspannweite — Pteranodon; dann die Dinosaurier, und Vögel mit bezahnten Kiefern sind noch zu nennen, und ferner die Säugetiere der Laramieformation, die an jurassische Formen erinnern, aber auch schon primitive Raubtiere (Creodontier) und Huftiere. (Fortsetzung folgt.)

Probleme der Kosmogonie.

Von H. Vogt, Heidelberg.

Die eigentlichen Begründer der wissenschaftlichen Kosmogonie sind *Kant* und *Laplace*. Es finden sich zwar auch schon in den kosmogonischen Hypothesen eines *Swedenborg, Whiston, Descartes, Buffon, Franklin* u. a. vereinzelte Bemerkungen und Gedanken, welche ein Körnchen Wahrheit enthalten und deshalb Beachtung verdienen mögen; im großen und ganzen aber sind diese Hypothesen nur als phantasiereiche Spekulationen zu betrachten, die der wissenschaftlichen Grundlage entbehren. *Kant* und *Laplace* dagegen gründeten ihre Untersuchungen auf die Newtonsche Theorie der gegenseitigen Anziehung aller Materie und ließen sich in erster Linie durch die zahlreichen Beobachtungstatsachen leiten, die damals bereits bekannt waren. Zu ihren Hypothesen kamen beide auf Grund ähnlicher Überlegungen. Beiden fiel auf, daß sich die Bewegungen aller Planeten in demselben Sinne und nahezu in ein und derselben Ebene um die Sonne vollzogen, daß dasselbe von den Bewegungen der Monde (soweit sie ihnen bekannt waren) um die Planeten galt und daß sogar die Achsendrehung der verschiedenen Körper in dem gleichen Sinne erfolgte. Diese merkwürdige Übereinstimmung konnte nicht das Ergebnis des Zufalls sein. Es mußte vielmehr früher einmal eine Verbindung zwischen den einzelnen Gliedern des Sonnensystems bestanden haben, welche die beobachtete Gleichsinnigkeit der Bewegung hervorrief, und die natürlichste Erklärung war, anzunehmen, daß die Bestandteile der Planeten und Satelliten einmal den ganzen zwischen ihnen liegenden Raum ausfüllten.

Kant hat seine kosmogonischen Ansichten in einem Werke auseinandergesetzt, welches im Jahre 1755 unter dem Titel „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" erschien. Er stellt sich bekanntlich den Anfangszustand des Sonnensystems so vor, daß die gesamte Materie, aus der jetzt die Sonne, die Planeten, die Monde und die Kometen bestehen, ursprünglich in aufgelöstem Zustande ein einziges großes Chaos von unbewegtem Staub bildeten. Auf dieses wirkte die Gravitation nach dem Newtonschen Gesetze ein. Alle Materie suchte nach dem gemeinschaftlichen Gravitationszentrum zu fallen, in dem jetzt die Sonne steht. Dabei wurden die nach dem Zentrum strebenden Teilchen durch Zusammenstöße und eine hypothetische elastische Kraft seitlich abgelenkt und beschrieben infolgedessen in allen möglichen Richtungen Kurven um den im Entstehen begriffenen Zentralkörper. Solange diese Bahnkurven noch ungeordnet waren, stießen die Teilchen immer wieder zusammen, bis sie sich schließlich geordnet hatten, bis sie sich zuletzt alle im gleichen Sinne und in Kreisbahnen um die Sonne bewegten. Die nun um die Sonne kreisenden Staubringe aber waren nicht homogen, es gab in ihnen Stellen größerer Dichte. An diesen konzentrierte sich die Materie mehr und mehr; es entstanden Planeten und Kometen. In ähnlicher Weise bildeten sich auch um die Planeten die Satelliten.

Die Nebularhypothese von *Laplace* ist in der Note VII seines berühmten Werkes „Exposition du système du monde" (zuerst 1796 erschienen) enthalten. Nach ihr ist das Sonnensystem aus einem heißen Gasnebel hervorgegangen, der sich einst bis über die Neptunbahn hinaus ausdehnte. Und zwar war dieser Nebel mit einer gleichförmigen Rotationsbewegung begabt. Er war nicht homogen, sondern gegen das Zentrum hin verdichtet. Als sich der Nebel abkühlte und zusammenschrumpfte, nahm seine Rotationsgeschwindigkeit so zu, daß das Rotationsmoment stets dasselbe blieb. Mit der Rotationsgeschwindigkeit wuchs auch die Zentrifugalkraft am Äquator, und in einem gewissen Zeitpunkte mußte die Zentrifugalkraft am Äquator der dort wirkenden Gravitationskraft gerade das Gleichgewicht halten. Dann lösten sich entsprechende Massen als Nebelring von dem Sonnennebel ab. Die fortgesetzte Abkühlung führte zu immer weiterer Kontraktion und damit zu noch schnellerer Rotation, bis sich ein zweiter Ring ablöste usw. Es zerrissen schließlich die Ringe und schlossen sich zu Planeten zusammen, während der zentrale Kern die Sonne bildete. Der ganze Vorgang wiederholte sich im kleinen bei den Planetennebeln und so entstanden die Satelliten.

Es würde zu weit führen, auf die zahlreichen Diskussionen einzugehen, zu denen die beiden berühmten Theorien Anlaß gegeben. Heute wis-

sen wir, daß sowohl die Kantsche als auch die Laplacesche Theorie die Entstehung unseres Sonnensystems nicht zu erklären vermag. Aber trotzdem haben die beiden Theorien für uns nicht ganz ihren Wert verloren. Denn manche von den Kantschen und Laplaceschen Vorstellungen sind, wie auch aus dem folgenden hervorgehen wird, auf die moderne Kosmogonie übergegangen.

Um ein Bild von dem heutigen Stand der Kosmogonie zu bekommen, wollen wir von der Entstehung und Entwicklung der sogenannten Spiralnebel ausgehen, da uns eine Betrachtung gerade hierüber von selbst in fesselnde Fragen von allgemeiner kosmogonischer Bedeutung hineinführt.

Diese *Spiralnebel* sind außerordentlich zahlreich am Himmel vertreten. Charakteristisch für ihre Form ist, daß von einem hellen zentralen Kern an diametralen Punkten zwei Zweige ausgehen, die in einem von Nebel zu Nebel wechselnden Umfange in ausgreifenden Spiralen den Kern umschlingen. In den Spiralarmen bemerkt man häufig Verdichtungen oder Knoten, deren Zahl dann sehr groß sein kann. Nicht immer sind die Spiralen vollständig ausgebildet, es zeigen sich Unregelmäßigkeiten, Knickungen, Verwerfungen usw. Im allgemeinen scheint der Verlauf der Windungen mehr einer logarithmischen als einer archimedischen Spirale zu folgen. Manche von den Spiralnebeln sehen wir in prachtvoller Entwicklung ihrer Spiralen von der breiten Seite, andere mehr oder weniger von der hohen Kante. Die letzteren lassen erkennen, daß der Nebelkern eine abgeplattete, linsenförmige Gestalt hat, was schon den Schluß nahelegt, daß sich der Kern in Rotation befindet. Und in der Tat hat man auch auf spektroskopischem Wege bei mehreren Spiralnebeln eine Rotation des Kernes festgestellt, und zwar rotiert dieser stets nach der konkaven Seite der Spiralarme hin. Weiter hat gerade in den letzten Jahren *van Maanen* mit großer Sicherheit nachgewiesen, daß die Spiralarmemateriе eine von dem Kern weg und längs der Spiralarme gerichtete Bewegung zeigt. Die Spiralarme stellen demnach nicht etwa nur den augenblicklichen Ort, sondern auch die wirklichen Bahnkurven der Materie dar. Wir haben eine rotierende Zentralmasse, aus der im Äquator an zwei diametral gelegenen Stellen Materie ausströmt. Und zwar spricht die Beobachtungstatsache, daß der Kern nach der konkaven Seite der Spiralarme hin rotiert, dafür, daß die Ausströmungsstellen ihre Richtung im Raume beibehalten oder wenigstens nicht mit dem Kerne rotieren.

Was nun die *Entstehung der Spiralnebel* betrifft, so läßt sie sich am zwanglosesten auf Grund einer Theorie erklären, die *Jeans* in seinem Werke „Problems of Cosmogony and Stellar Dynamics" wiedergibt und die von der durch *Roche* verbesserten und erweiterten Laplaceschen Gashypothese ausgeht.

Roche hat gezeigt, daß eine rotierende Gasmasse mit starker zentraler Verdichtung sich nicht unbegrenzt ausdehnen kann, sondern nur bis zu einer bestimmten kritischen Grenzfläche. Es ist dies die größte geschlossene Niveaufläche. Diese hat linsenförmige Gestalt und besitzt im Äquator eine scharfe Kante, ein Kontinuum von singulären Stellen, an denen sich Gravitation und Zentrifugalkraft gerade das Gleichgewicht halten. Der Äquatorhalbmesser der Grenzfläche ist $r = \frac{k^{2/3} \cdot M^{1/3}}{\omega^{2/3}}$ wo M die Masse, ω die Winkelgeschwindigkeit und k^2 die Gravitationskonstante bedeutet. Zieht sich nun die Gasmasse zusammen, so wächst ω nach dem Flächenprinzip und r nimmt ab, d. h. die kritische Grenzfläche zieht sich dann auch zusammen, und zwar zieht sie sich schneller zusammen als die Oberfläche der Gasmasse. Dehnt sich also die Gasmasse ursprünglich nicht bis zur kritischen Grenzfläche aus, so bewirkt die Kontraktion eine beständige Annäherung der Grenzfläche an die Oberfläche der Gasmasse. Schließlich befindet sich die kritische Grenzfläche innerhalb der physischen Oberfläche der Gasmasse und die außerhalb liegende Gasschicht wird sich dann längs einer in dem Äquator offenen Niveaufläche auszubreiten suchen, d. h. in der Äquatorebene ausströmen und damit aufhören, ein Bestandteil der Hauptmasse zu sein. Die aus der Umgebung des Äquators stammenden Teilchen beschreiben Kreisbahnen, die aus höheren Breiten kommenden dringen wegen ihrer kleineren linearen Geschwindigkeiten in mehr oder weniger exzentrischen elliptischen Bahnen wieder in das Innere der Hauptmasse ein.

Bei diesem Abtrennungsprozeß ist jedoch vorausgesetzt, daß keine äußere störende Masse vorhanden ist. Ist eine solche vorhanden, so stellt sich ein Abströmungsprozeß anderer Natur ein.

Auch in diesem Fall gibt es eine kritische Grenzfläche, über die hinaus sich die Gasmasse nicht ausdehnen kann, und diese Grenzfläche besitzt auch singuläre Stellen, an denen sich Gravitationskraft, Zentrifugalkraft und deformierende Kraft das Gleichgewicht halten. Aber die singulären Stellen bilden jetzt nicht mehr ein Kontinuum in der Äquatorebene, sondern beschränken sich auf zwei diametral gelegene konische Punkte in der Äquatorebene, von denen der eine nach dem störenden Körper hin, der andere von ihm abgewandt ist. Zieht sich also die Gasmasse zusammen, so entweicht schließlich (indem sich die Dimensionen der kritischen Grenzfläche mit den beiden konischen Punkten wieder schneller zusammenziehen als die linearen Ausdehnungen der Gasmasse) die überschüssige Materie durch die beiden konischen Punkte und nicht mehr, wie bei der frei rotierenden Gasmasse, längs des ganzen Äquators.

Diese Untersuchungen überträgt *Jeans* auf die Spiralnebel. Er nimmt an, daß der Kern

eines Spiralnebels eine rotierende Gasmasse mit starker zentraler Verdichtung ist. Sobald die Gasmasse bei zunehmender Kontraktion und wachsender Rotationsgeschwindigkeit die Gestalt der kritischen Grenzfläche angenommen hat, beginnt im Äquator Materie auszuströmen und zwar unter dem Einfluß schwacher Gezeitenkräfte, die von fernen Gestirnen ausgehen, nur an zwei diametral gelegenen Stellen, die nicht mit dem Kerne rotieren. Warum dann die einzelnen Teilchen dieser ausgeströmten Materie nicht mehr oder weniger gestörte kreisförmige und elliptische Bahnen beschreiben, sondern sich in Spiralkurven von dem Kern entfernen, dafür gibt es noch keine auch nur einigermaßen sichere Erklärung. *Jeans* sucht zwar in seinen „Problems of Cosmogony and Stellar Dynamics" die Entstehung der Spiralarme auch auf die erwähnten schwachen Gezeitenkräfte zurückzuführen, welche von fernen Gestirnen ausgehen. Durch diese Gezeitenkräfte sollen die losgelösten Massenteilchen immer mehr von der Zentralmasse abgedrängt werden und deshalb nicht kreisförmige und elliptische Bahnen, sondern deformierte logarithmische Spiralen beschreiben.

In einer anderen Arbeit[1]) spricht *Jeans* auch von der Möglichkeit, die Entstehung der Spiralkurven auf eine sehr große innere Viskosität der Spiralarmematerie zurückzuführen. Beide Erklärungen sind aber nicht sehr überzeugend, besonders wenn man berücksichtigt, daß sich die einzelnen Massenteilchen während ein oder zwei Umläufen um das Mehrfache des Durchmessers der Hauptmasse von der Oberfläche der Hauptmasse entfernen müssen, falls Spiralarme entstehen sollen, wie sie die Beobachtung zeigt. Man könnte vielleicht noch eher an eine Repulsivkraft denken, welche von der Zentralmasse ausgeht und der auf die Spiralarmematerie ausgeübten Gravitationskraft entgegenwirkt. Eine Repulsivkraft, deren Wirkung auf die Spiralarmematerie genau wie die der Gravitation mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, kann zwar nicht in Betracht kommen. Denn eine solche würde sich nur in einer scheinbaren Verkleinerung der Gravitationskonstante bemerkbar machen. Es müßte schon eine Repulsivkraft sein, die entweder langsamer als mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, oder die (auf die Entfernungseinheit reduziert) infolge Zustandsänderungen der Materie, von der sie ausgeht oder auf die sie wirkt, mit der Zeit variiert und zwar zunimmt. Vielleicht könnte als eine solche Repulsivkraft z. B. der Strahlungsdruck in Betracht kommen, der ja Einfluß auf viele kosmische Erscheinungen hat. Denn einmal nimmt bis in Entfernungen, die mit dem Durchmesser der Zentralmasse vergleichbar sind, der Strahlungsdruck langsamer als mit dem Quadrat der Entfernung ab. Außerdem nimmt mit fortschreitender Kontraktion die Temperatur der Zentralmasse zu. Dabei bleibt zwar die Gesamtstrahlung nach *Eddington* konstant[2]), aber sie wird kurzwelliger, wodurch auch der auf die Spiralarmematerie wirkende Strahlungsdruck wachsen kann. Schließlich ist es möglich, daß sich die Spiralarmematerie, wenn sie sich vom Kerne losgelöst, mit der Zeit derart (durch intramolekulare Änderungen oder Zusammenballung von Molekülen) ändert, daß ihr Absorptions- oder ihr Reflexionsvermögen und damit die Wirkung des Strahlungsdruckes auf sie wächst.

Wenn wir nun auch nur Vermutungen darüber anstellen können, welches die Kraft ist, die da die Spiralarmematerie immer mehr von dem Kerne wegdrängt, so kann man doch wieder mit etwas größerer Sicherheit sagen, was geschieht, wenn sich die Spiralarme einmal gebildet haben.

Ähnlich wie in der Laplaceschen Hypothese die Ringe mit der Zeit unstabil werden und in Einzelmassen zerfallen, die sich zu Planeten verdichten, so werden auch die von der Zentralmasse eines Spiralnebels ausgehenden Ströme instabil. Es bilden sich längs der Spiralarme in regelmäßigen Intervallen Wölkchen oder Knoten.

Mit plausibeln Annahmen kann man für einen Spiralnebel, dessen Rotationsperiode bekannt ist, den mittleren Abstand benachbarter Knoten in Kilometern berechnen (Größenordnung 10^{12} km). Vergleicht man diesen berechneten mittleren Abstand mit dem scheinbaren mittleren Abstand in Bogensekunden am Himmel, so läßt sich auch die Entfernung des Spiralnebels bestimmen. Auf diese Weise findet *Jeans* z. B. für den Spiralnebel M 101 eine Entfernung von ungefähr 3000 Lichtjahren in prinzipieller Übereinstimmung mit anderen neueren Entfernungsschätzungen von Spiralnebeln.

Man kann weiter für einen Nebel, dessen Rotationsperiode bekannt ist, die mittlere Dichte bestimmen (für M 101 ist sie z. B. von der Größenordnung 10^{-17}). Aus dieser und dem mittleren Abstand benachbarter Knoten wieder findet man, wenigstens der Größenordnung nach, die mittlere Masse, welche sich in den einzelnen Knoten konzentriert. Die Rechnung führt zu dem wichtigen Resultat, daß die mittlere Masse der Knoten von der Größenordnung 10^{34} Gramm, d. h. gleich der Masse eines mittleren Sternes ist.

Hiernach hätten wir es also in den Spiralnebeln mit Sterne produzierenden Mechanismen zu tun. Die Knoten in den Spiralarmen wären Sterne im Entstehen.

Leuchten nun die Knoten, die wir in den Spiralarmen sehen und von denen wir annehmen, daß es Sterne im Entstehen sind, schon im eigenen Lichte oder im reflektierten Licht des Spiral-

[1]) Monthly Notices, Vol. *LXXVII*, Nr. 3.

[2]) Wie die Beobachtung zeigt, ist dies übrigens nicht streng der Fall. Zwischen den Spektralklassen *K* und *G* des Riesenstadiums scheint vielmehr die Strahlung einer Gasmasse verhältnismäßig schnell zuzunehmen. Bemerkenswert ist, daß die meisten Spiralnebel gerade diesen Spektralklassen angehören.

nebelkernes? Manches spricht für die zweite Annahme. Denn einmal gibt es kaum einen Spiralnebel, bei dem die Spiralarme den Kern mehr als zwei- oder dreimal umschlingen. Da nun die Umlaufszeit der Spiralarmematerie um die Zentralmasse nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen von der Größenordnung 80 000 Jahre ist, so müßte die ganze Materie, die wir jetzt in den Spiralarmen beobachten, in den letzten 250 000 Jahren aus ihren Zentralmassen ausgeströmt sein. Innerhalb dieser Zeit müßten also auch alle Spiralnebel, die wir sehen, entstanden sein, falls die uns sichtbaren Spiralarme die ganze aus den Kernen ausgeströmte Materie darstellen würden. Aber eine solche Periode kann in der Entwicklungsgeschichte der Spiralnebel nur einen kurzen Moment bedeuten. Deshalb liegt die Annahme nahe, daß sich die Spiralarme in Wirklichkeit weiter ausdehnen als wir sehen, daß aber in einer bestimmten Entfernung vom Kerne das von den Spiralarmen reflektierte Licht zu schwach ist, um von uns beobachtet werden zu können. Weiter ist eine auffallende Erscheinung, daß die Spiralarme einen kleineren Farbenindex haben, also in blauerem Lichte leuchten als die Nebelkerne. Auf Grund der Reflexionstheorie könnte man die Erscheinung zu erklären versuchen, indem man annimmt, daß die Spiralarmematerie ähnlich wie unsere Atmosphäre kurzwelliges Licht mehr reflektiert und diffus zerstreut als langwelliges. Schließlich hat *Curtis* gefunden, daß in Spiralnebeln, bei denen wir sehr schräg auf die Hauptebene blicken, die eine Nebelhälfte im allgemeinen etwas heller erscheint als die andere. Dieses ließe sich ebenfalls auf Grund der Reflexionstheorie erklären. Denn die einzelnen Knoten würden im reflektierten Lichte auf der von dem leuchtenden Zentralkern abgewandten Seite etwas weniger hell sein als auf der dem Kern zugewandten Seite. Infolgedessen müßte auch die uns am nächsten liegende Nebelhälfte uns etwas weniger hell erscheinen als die entfernter liegende und die helle Seite der Knoten uns zukehrende Hälfte. Dagegen ist aber wieder zu bemerken, daß es bis jetzt trotz mehrerer Versuche nicht gelungen ist, polarisiertes Licht in den Spiralarmen nachzuweisen, wie man es auf Grund der Reflexionstheorie erwarten sollte. Auch die Helligkeitsverteilung innerhalb der Spiralnebel scheint die Reflexionstheorie nicht gerade zu stützen (abgesehen von der durch *Curtis* festgestellten Erscheinung).

Jedenfalls ist also die Frage nach der Ursache des Leuchtens der Nebelknoten noch nicht endgültig geklärt. Können wir nun aber vielleicht in anderer Hinsicht noch etwas über die Knoten, insbesondere über ihre Weiterentwicklung aussagen? Wird sich bei ihnen derselbe Vorgang, der sich bei den Spiralnebeln abspielte, im kleinen wiederholen und werden auf diese Weise vielleicht Systeme gleich unserem Sonnensystem, also Sterne mit Planetengefolgen entstehen? Nein. Eine rotierende Gasmasse von der Größenordnung eines Sternes resp. eines Spiralnebelknotens wird sich zwar mit zunehmender Kontraktion und wachsender Rotationsgeschwindigkeit auch immer mehr abplatten, bis ihre Oberfläche die Gestalt der kritischen Grenzfläche angenommen hat. Es wird sich dann auch in ihrem Äquator Materie loslösen und zwar, wenn keine störende Masse vorhanden ist, längs des ganzen Äquators, wenn eine solche vorhanden ist, nur an zwei diametral gelegenen Stellen im Äquator wie bei den Spiralnebeln. Es ist aber nach *Jeans* in diesem Falle, wo die Zentralmasse nur von der Größenordnung eines Sternes ist, die innere Gravitation der nur sehr langsam und spärlich ausströmenden Materie nicht groß genug, um isolierte Massen, wie sie die Planeten darstellen, entstehen zu lassen. Die einzelnen Gasteilchen werden vielmehr fortfahren, als selbständige Satelliten um ihre Zentralmasse zu kreisen und eine Atmosphäre um dieselbe bilden. Und dieser Zustand wird so lange weiterbestehen, bis schließlich die Zentralmasse eine bestimmte kritische Dichte erreicht hat. Dann setzt nach einer Theorie, welche besonders *Darwin*, *Poincaré* und *Jeans* gefördert haben, etwas Neues ein. Die Zentralmasse gibt ihre zur Rotationsachse symmetrische Gestalt, die nicht länger Gleichgewichtsfigur sein kann, auf und nimmt (wenigstens angenähert) die Gestalt eines dreiachsigen Ellipsoides an, dessen kürzeste Achse mit der Rotationsachse zusammenfällt. Dann verlängert sie sich in der Richtung ihrer größten Achse immer mehr, sie wird birnenförmig und noch später gleich einer Sanduhr eingeschnürt, wobei die Einschnürung bei den inneren Schichten gleicher Dichte ausgeprägter ist als bei den äußeren. Schließlich fangen die Einschnürungen der aufeinanderfolgenden Schichten von innen nach außen an durchzureißen, und sind sie alle durchgerissen, so ist aus dem einfachen Himmelskörper ein *Doppelstern* geworden. Die beiden Doppelsternkomponenten, welche von derselben Größenordnung sind, umkreisen sich zuerst in sehr enger Bahn und innerhalb einer gemeinsamen Atmosphäre. Infolge Gezeitenwirkungen dehnt sich dann im Laufe der Zeit die Bahn des Doppelsternsystems unter gleichzeitiger Zunahme der Exzentrizität weiter aus, aber nur bis zu einer bestimmten Grenze. Denn *Moulton* und *Russell* haben gezeigt, daß die Gezeitenkräfte nicht ausreichen, um die Umlaufszeit eines Doppelsternes von wenigen Tagen in eine solche von vielen Jahren umzuwandeln. Dazu ist schon die Einwirkung äußerer Kräfte notwendig. *Jeans* z. B. ist daher auch der Ansicht, daß es zufällige Annäherungen anderer Sterne sind, welche die Umwandlung der ursprünglich engen Doppelsternbahnen herbeiführen.

Der soeben beschriebene Trennungsprozeß kann sich bei den einzelnen Komponenten der Doppelsternsysteme wiederholen und schließlich auch noch einmal bei den Komponenten der Untersysteme. Auf die Weise entstehen dann drei- und mehrfache Sterne.

Wir sind damit am Ende einer Entwicklungsgeschichte angelangt, welche die Entstehung eines Sternsystems aus einer Gasmasse schildert. Eine wichtige Frage ist nun: Entstehen auf diese Weise Sternsysteme von der Größenordnung unseres Milchstraßensystems oder nur von der Größenordnung der unserem Milchstraßensystem untergeordneten Sternhaufen? Die zweite Annahme scheint, den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen nach zu schließen, die wahrscheinlichere zu sein. So würden z. B. die Bewegungen, welche *van Maanen* in den Spiralarmen verschiedener Nebel festgestellt hat, auf unwahrscheinlich große Geschwindigkeiten führen, auf Geschwindigkeiten, welche mit der Lichtgeschwindigkeit vergleichbar wären, wenn die Spiralnebel von der Größenordnung unseres Milchstraßensystems wären und sich dementsprechend weit weg von diesem System befänden. Wie bereits erwähnt, findet auch *Jeans*, indem er den berechneten mittleren Abstand benachbarter Spiralarmeknoten mit dem scheinbaren mittleren Abstand in Bogensekunden vergleicht, für den Spiralnebel M 101 eine Entfernung von nur 3000 Lichtjahren und weiter aus dieser Entfernung, dem scheinbaren Durchmesser und der Rotationsperiode des Nebels (85 000 Jahre) die verhältnismäßig geringe Masse von ungefähr 10^{37} Gramm oder 5000 Sonnenmassen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Hypothese, welche vor kurzem *Lindemann*[3]) über die Beziehung der Spiralnebel zu unserem Milchstraßensystem aufgestellt hat. Nach dieser entstehen die Spiralnebel, kurz gesagt, aus der Materie, die durch den Strahlungsdruck aus der Milchstraße fortgetrieben wird. Im Anschluß an die Lindemannsche Hypothese hat *Reynolds*[4]) darauf hingewiesen, daß sich tatsächlich die Spiralnebel im allgemeinen nach der Richtung zu bewegen scheinen, in der nach der Verteilung der Sterne und Sternhaufen der größte Strahlungsdruck zu erwarten ist. Die bekannte auffallende Erscheinung, daß die meisten Spiralnebel eine sehr große von unserem Standpunkte im Weltall weggerichtete Radialbewegung zeigen, würde damit eine sehr plausibele Erklärung finden, sie wäre auf den von den Sternen des Milchstraßensystems ausgehenden Strahlungsdruck zurückzuführen. Es hat zwar *Russell*[5]) in einer früheren Arbeit zu zeigen versucht, daß die großen von uns weggerichteten Radialbewegungen der Spiralnebel nicht durch den von der Milchstraße ausgeübten Strahlungsdruck erklärt werden können. Seine Untersuchungen zeigen jedoch nur, daß die Wirkung dieses Strahlungsdruckes auf die bereits ausgebildeten Spiralnebel nicht genügt, um deren Radialgeschwindigkeiten zu erklären. Dagegen kann sehr gut die sich aus der Milchstraße hinausbewegende Materie, welche sich im Zustande höchster Verdünnung befindet, unter der Einwirkung des Strahlungsdruckes eine Geschwindigkeit erreichen, wie man sie bei den Spiralnebeln beobachtet. Man hätte sich also vorzustellen, daß sich von den inneren und an Sternen dichteren Gegenden der Milchstraße nach den weniger dichten und von dort weiter aus der Milchstraße hinaus dauernde und stark beschleunigte Ströme von Materie bewegen, in denen sich im Laufe der Zeit an geeigneten Stellen durch Kondensation die Spiralnebel herausbilden. Ihre große, von uns abgewandte Radialgeschwindigkeit besitzen hiernach die Spiralnebel schon während ihres Entstehens.

Schreiten die Spiralnebel in ihrer Entwickelung zu Sternsystemen fort, so gewinnt allmählich die von dem Milchstraßensystem ausgehende Gravitationskraft die Oberhand über den Strahlungsdruck, und schließlich können sich die ehemaligen Spiralnebel als mehr oder weniger entwickelte Sternhaufen dem Milchstraßensystem wieder nähern. Kommen sie nun in die Nähe der großen Milchstraßenmassen, so werden sie, da sie gegenüber äußeren Gravitationswirkungen außerordentlich empfindliche dynamische Gebilde sind, sehr schnell aufgelockert, sie zerfallen und liefern so das Material zu den Sternwolken der Milchstraße. Wir hätten also mehr oder weniger einen Kreislaufprozeß. Der Milchstraße wird beständig Materie in Form von Spiralnebeln entführt und dann in Form von Sternhaufen wieder zugeführt.

Diese Darstellung eines gleichsam in sich zurücklaufenden Entwickelungsprozesses bedarf zwar noch einer Ergänzung. Man wird nicht annehmen müssen, daß auch alle Materie, die sich unter der Einwirkung des Strahlungsdruckes von den einzelnen Sternen und Sternwolken fortbewegt, das Milchstraßensystem verläßt. Sie wird sich auch in sternarmen Gegenden innerhalb der Milchstraße, in Sternhöhlen, ansammeln und dort auf anderem Wege als über die Spiralnebel zu mehr oder weniger großen Sterngruppen entwickeln können. Weiter wird man nicht annehmen müssen, daß aus der Materie, die sich aus dem Milchstraßensystem herausbewegt, nur Spiralnebel entstehen können. Die Spiralnebel sind rotierende Gebilde. Ist nun die Geschwindigkeitsverteilung der sich zu einer Nebelmasse verdichtenden Teilchen derart, daß keine Rotation zustande kommt, so wird kein Spiralnebel, sondern ein Kugelnebel entstehen. Dieser kann sich zwar dann sehr wahrscheinlich auch durch einen Prozeß, den wir im einzelnen noch nicht näher verfolgen können, zu einem (vermutlich sehr dichten) Sternhaufen entwickeln, als solcher sich schließlich wieder dem Milchstraßensystem nähern und ebenfalls Material zu dessen Sternwolken liefern.

Um nun zum Schlusse noch kurz auf die Entwickelung unseres Sonnensystems zu sprechen zu

[3]) Monthly Notices Vol. *LXXXIII*, Nr. 6. In dieser Arbeit versucht auch übrigens *Lindemann*, das Leuchten der Spiralnebel auf reflektiertes Milchstraßenlicht zurückzuführen. Doch dürfte diese Ansicht kaum haltbar sein.

[4]) Monthly Notices Vol. *LXXXIII*, Nr. 7.

[5]) The Astrophysical Journal, Vol. *LIII*.

kommen. In der ganzen Entwickelungsgeschichte, wie wir sie wiedergegeben, sind wir auf kein Gebilde gestoßen gleich dem unseres Sonnensystems. Wie ist dies zu erklären? Stellt die Entstehung unseres Sonnensystems vielleicht einen anomalen Fall der Entwickelung dar? Es scheint so. Nach einer Hypothese, welche *Jeans* the tidal hypothesis nennt und welche der sogenannten Planetesimalhypothese von *Chamberlin* und *Moulton* sehr ähnlich, wenn auch nicht identisch mit ihr ist[6]), hat sich das Sonnensystem zu seiner jetzigen Form unter der Einwirkung eines stark störenden äußeren Körpers entwickelt. Die Sonne existierte ursprünglich als einfacher Stern, bis ein fremder Himmelskörper sehr nahe an ihr vorüberging und elementare Störungen in ihr hervorrief. Denn als sich dieser Himmelskörper der Sonne näherte, erregte er auf der ihm zugekehrten und auf der ihm abgekehrten Seite derselben hohe Fluten. Die Sonne nahm infolgedessen eine in die Länge gezogene Form an, deren längste Achse gegen den fremden Himmelskörper zeigte. Bei fortschreitender Annäherung wurde die Verlängerung immer ausgeprägter und zuletzt kam ein Zeitpunkt, wo zwei Ströme von Materie, einer nach dem fremden Himmelskörper hin und ein anderer nach der entgegengesetzten Richtung, ausbrachen. Die beiden Ströme waren nicht stabil, sondern sie zerfielen, und als Endprodukt blieb schließlich, nachdem der fremde Himmelskörper längst vorübergegangen war, eine Anzahl getrennter Massen, welche sich als Planeten um die Sonne bewegten und die ihrerseits wieder von kleineren Massen, den Monden, umkreist wurden.

Diese Hypothese über die Entstehung unseres Sonnensystems beruht zwar auch nur auf mehr oder weniger gestützten Vermutungen. Manche Eigentümlichkeiten unseres Sonnensystems erklärt sie recht gut, andere wieder weniger befriedigend. Ob und wie weit sie der Wirklichkeit entspricht, ist deshalb noch sehr fraglich. Es gilt eben sowohl in bezug auf die Entstehung unseres Sonnensystems als auch in bezug auf die ganze Kosmogonie, daß wir bis jetzt etwas ganz Sicheres nicht wissen.

[6]) *Chamberlin* und *Moulton* nehmen vor allem an, daß das Innere der Sonne der Sitz gewaltiger Eruptionskräfte war, welche durch die Gezeitenkräfte verstärkt wurden.

Über die Beobachtung der Lichtablenkung während der totalen Sonnenfinsternis am 21. September 1922.

Im Bulletin Nr. 346 der Licksternwarte sind die Resultate der Sonnenfinsternis-Expedition dieser Sternwarte im Jahre 1922 ausführlich mitgeteilt. Die Expedition der Licksternwarte hatte Wollal an der Westküste Australiens zum Beobachtungsorte gewählt; sie war die einzige der drei größeren Expeditionen, welche zur Prüfung der Relativitätstheorie ausgezogen waren, die die geplanten Beobachtungen ausführen konnte. Die Beobachter waren der Direktor der Licksternwarte *W. W. Campbell* und *R. Trümpler*. Ihre Resultate dürften als eine vorzügliche Bestätigung der allgemeinen Relativitätstheorie gelten.

Für den Astronomen würde die Aufgabe, eine Lichtablenkung in der Umgebung der Sonne zu messen, wenn sie am Sonnenrande die von der Theorie behaupteten 1,74″ erreicht,, bei dem heutigen Stande der Beobachtungs- und Meßtechnik keine übermäßigen Schwierigkeiten bieten, wenn sie nicht unter den besonderen Umständen einer nur wenige Minuten dauernden Sonnenfinsternis unternommen werden müßte. Die Messungen lassen sich rein differentiell ausführen, d. h. auf die Feststellung beschränken, ob sich die Sternbilder auf einer während einer totalen Sonnenfinsternis gewonnenen Aufnahme der Sonnenumgebung systematisch von den Abständen derselben Sternbilder auf einer Aufnahme unterscheiden, die einige Wochen vor bzw. nach der Finsternis gewonnen wird, wenn die Sonne dieser Himmelsgegend fernsteht. Solche Messungen sind mit einem hohen Grade von Genauigkeit ausführbar.

Erst der Umstand, daß die Aufnahmen, wie bei der hier vorliegenden Aufgabe, im allgemeinen nicht auf einer Sternwarte ausgeführt werden können, und die während der Finsternis aufgenommene Himmelsgegend die durch den Mond verdunkelte Sonne enthält, bringt besondere Schwierigkeiten mit sich. Es ist sehr schwierig, ein großes, stabiles Fernrohr an irgend einem, oft von aller Zivilisation weit entfernten, Beobachtungsort aufzustellen und so genau zu justieren, daß die während der Finsternis gemachten Aufnahmen in der Qualität der Sternbilder allen Ansprüchen genügen. Außerdem muß man damit rechnen, daß die Gegenwart der Sonne in der untersuchten Himmelsregion neue und bis dahin noch nicht erforschte systematische Fehler in die Messungen tragen kann. Dieser zweite Umstand ist während der letzten Jahre, besonders nach der Veröffentlichung der Sonnenfinsternis-Beobachtungen der englischen Expeditionen im Jahre 1919 ausführlich von vielen Seiten erörtert worden. Es hat sich aber bisher kein störender Effekt mit Sicherheit nennen lassen, der der Größe und seinem Verlauf nach die von der allgemeinen Relativitätstheorie behauptete Lichtablenkung vortäuschen könnte[1]).

Instrument.

Bei der Ausführung der Beobachtung haben die amerikanischen Astronomen im wesentlichen alle diejenigen Faktoren sorgfältig berücksichtigt, von denen

[1]) Es wird zwar immer wieder auf die von *L. Courvoisier* vermutete sogenannte jährliche Refraktion hingewiesen. Es liegen aber für diese weder eindeutige Beobachtungsdaten noch irgendeine theoretische Begründungsmöglichkeit vor. Die von *G. Struve* in den A. N. Nr. 5158, 1921, mitgeteilten Beobachtungen weisen mit ziemlicher Sicherheit darauf hin, daß es sich bei dieser Erscheinung nur um einen systematischen Fehler physiologischer Natur handelt. Wie mir Herr *Trümpler* kürzlich brieflich mitgeteilt hat, liefert auch die Reduktion der während der letzten Finsternis mit einer 1½-Meter-Kamera gemachten Aufnahmen, die Sterne in einem Abstande bis zu 10° von der Sonne enthalten, nach den bisherigen (noch nicht definitiv abgeschlossenen) Messungen keine Anzeichen für das Vorhandensein des von *Courvoisier* vermuteten Effektes.

das Gelingen des Unternehmens abhing. Die instrumentelle Ausrüstung bestand aus einem parallaktisch montierten photographischen Fernrohr, das zwei Kammern von 4,5 Meter Brennweite enthielt. Die beiden Linsen, von 12 cm Öffnung, waren Spezial-linsen mit geebnetem Gesichtsfeld. Eine vor Beginn der Expedition angestellte Untersuchung lehrte, daß diese Linsen ein Plattenformat von 42 × 42 cm vollkommen scharf auszeichneten, daß also bis zum Rand solcher Platten die Sternbilder einer Himmelsgegend runde und wohl definierte Scheibchen waren.

Die Verwendung solcher Linsen ist bei der vorliegenden Aufgabe die unbedingte Voraussetzung dafür, die vermutete Verschiebung der Sternbildchen vom Sonnenrande aus bis zu solchen Abständen von der Sonne mit genügender Genauigkeit verfolgen zu können, wo sie nach der Relativitätstheorie unmeßbar klein wird. Neben den beiden photographischen Kammern trug die Montierung noch ein visuelles Fernrohr, um während der Expositionen durch Einstellen eines Sternes den Gang des die Rohre der täglichen Bewegung der Gestirne nachführenden Uhrwerkes unter Kontrolle zu halten. Es war aber keine Vorrichtung vorhanden, um die während der 2 Minuten dauernden Aufnahmen auftretenden Schwankungen in Deklination zu korrigieren. Dies mag mit daran schuld sein, daß, wie wir sehen werden, die Genauigkeit der Messungen noch nicht vollauf befriedigend ist. Noch vorhandene kleine Aufstellungsfehler und Änderungen der Durchbiegung des Fernrohrs können während der Expositionen kleine Verlagerungen der Schwärzungs-Schwerpunkte der Sternscheibchen und damit kleine scheinbare Verlagerungen hervorgerufen haben.

Ausführung der Beobachtungen.

Die Himmelsgegend, welche während der Finsternis die verdunkelte Sonne umgab, hatte Herr *Trümpler* mit demselben Fernrohr in Tahiti aufgenommen, wo das Instrument einige Wochen vor der Finsternis für kurze Zeit aufmontiert wurde. Die Dauer der Expositionen war sorgfältig so bestimmt worden, daß bei diesen Nachtaufnahmen die Sternbilder in gleicher Intensität hervortraten wie auf den Finsternisplatten, die immerhin bei einer Gesamthelligkeit des Himmels infolge des Coronalichtes gewonnen wurden, die einer klaren Mondnacht entspricht. Die Finsternis, die in Wollal mehr als 4 Minuten dauerte, gestattete zwei Paar Aufnahmen von je 2 Minuten Dauer mit einmaligem Kassettenwechsel. Vorangehende Untersuchungen in Mondscheinnächten lehrten, daß bei einer solchen Dauer der Aufnahmen die Verschleierung der Platten noch nicht die Ausbeute an schwachen Sternbildern herabsetzen würde, und daß die vorangehenden Nachtaufnahmen der Finsternisgegend etwa 3 Minuten belichtet werden mußten, um den Finsternisaufnahmen nach Möglichkeit zu entsprechen. Die reichen Finsterniserfahrungen von Herrn *W. W. Campbell* kamen hier dem Unternehmen sehr zugute.

In Tahiti wurde auf jede Nachtaufnahme der Finsterniagegend noch eine zweite Vergleichsgegend des Himmels aufgenommen, welche auch während der Epoche der Finsternis in der darauffolgenden bzw. vorangehenden Nacht beobachtbar war. Dieser Gegend war also zu beiden Zeiten die Sonne fern, und es war auf diesen Vergleichsaufnahmen ein Effekt nach Art der Lichtablenkung nicht zu erwarten. Zwischen zwei solchen Aufnahmen wurde die Kassette mit der schon einmal belichteten Platte nicht abgenommen, sondern nur die Expositionsklappe geschlossen. Man darf also damit rechnen, daß in der Zwischenzeit die rein instrumentellen Verhältnisse sich nicht geändert haben werden.

In gleicher Weise wurden dann in Wollal, nachdem die photographischen Kammern montiert worden waren, zwei Platten in der Nacht vor der Finsternis mit Aufnahmen der Vergleichsgegend versehen. Die Kassetten blieben dann unberührt bis zur Finsternis, wo die gleichen Platten zum zweiten Male belichtet wurden. Die während der zweiten Hälfte der Finsternis gewonnenen Aufnahmen blieben dann in den Kassetten, bis sie in der folgenden Nacht ebenfalls noch mit der Vergleichsgegend versehen waren. Dieser Beobachtungsturnus ist durch das Wesen der vorliegenden Aufgabe bedingt und war auch von den übrigen Expeditionen ins Auge gefaßt worden.

Außer den 4 Finsternisplatten, von denen jede etwa 80 Sternbildchen aufwies, und den ihnen entsprechenden 4 Nachtaufnahmen wurde noch eine Aufnahme beider Himmelsgegenden durch das Glas einer Platte hindurch gewonnen, sodaß auf dieser Aufnahme die Sternbilder der Finsternis- und Vergleichsgegend spiegelbildlich zu denjenigen der anderen Aufnahmen angeordnet erscheinen. Diese Platte wurde nur für den Zweck der Vermessung der übrigen Platten hergestellt und tritt selbst bei den Reduktionen nicht in Erscheinung.

Die *Messungen* wurden nämlich folgendermaßen ausgeführt: Die zuletzt genannte Aufnahme wurde der Reihe nach Schicht auf Schicht mit den übrigen Aufnahmen zur Deckung gebracht und die Plattenpaare fest aufeinander gepreßt. Es wurden dann in einem Meßapparat die Abstände der sich entsprechenden Sternbildchen ausgemessen. Wären die Platten alle unter absolut identischen Bedingungen gewonnen und die Lichtablenkung nicht vorhanden, so müßten sie sich alle mit der spiegelbildlich aufgenommenen Platte Stern für Stern zur Deckung bringen lassen. In Wahrheit ist dem nicht so, weil Faktoren verschiedenster Art, z. B. die Refraktion des Lichtes in der Erdatmosphäre, Eigenbewegungen der Sterne in den Zwischenzeiten, der Einfluß der Aberration u. a. m. kleine Veränderungen in der Lage der Sternbilder zu einander hervorrufen. Von den gemessenen Abständen der Sterne auf der spiegelbildlichen Platte gegen eine Finsternisplatte wurden nun die entsprechenden Werte aus einer Messung gegen eine Nachtaufnahme in Abzug gebracht. Durch diese Differenzbildung fällt die durch das Glas aufgenommene Platte aus allen weiteren Rechnungen heraus. An den Differenzen $(F - N)$ — Finsternisaufnahme minus Nachtaufnahme — wurden nun die oben erwähnten Faktoren wie Refraktion, Aberration, usw., welche rechnerisch genau bekannt sind, angebracht. Bei den Sternbildern der Vergleichsgegend, die sich auf jeder Platte fanden, enthielten die $(F - N)$ noch den Einfluß verschiedener Orientierung der Plattenebene während der Aufnahmen zu den Hauptrichtungen am Himmel, den Einfluß des längs der Platte veränderlichen Skalenwertes, d. h. des Wertes einer Bogensekunde ausgedrückt in Millimetern auf der Platte und schließlich noch den Einfluß einer Neigung der Plattenebene zur optischen Achse des Fernrohres. Die Astrophotographie hat zur Bestimmung dieser Einflüsse Rechenschemata ausgearbeitet, nach denen auch in diesem Falle die Messungen behandelt wurden. Man hatte nun zu erwarten, daß bei der Vergleichsgegend die schließlich übrig bleibenden Restglieder den Charakter zufälliger Fehler haben

würden. Denn hier ist kein die Sternbilder systematisch verlagernder zusätzlicher Effekt zu erwarten. In der Tat ist die Bedingung einigermaßen erfüllt. Die Restglieder zeigen allerdings bei beiden Beobachtern, die unabhängig voneinander die Platten ausmaßen, einen gewissen systematischen Verlauf längs der Platte, der nicht aufgeklärt werden konnte (siehe Figur). Bei den Sternen der Finsternisgegend jedoch mußte auf Grund der Relativitätstheorie nach Berücksichtigung aller oben erwähnten Faktoren in den verbleibenden Restgliedern sich die Lichtablenkung in der Gestalt radial gerichteter Verlagerungen der Sternbilder offenbaren. Diese Verlagerungen der Sternbildchen auf den Finsternisaufnahmen gegenüber den Nachtaufnahmen mußten gegen den Rand der Platte umgekehrt proportional mit dem Abstande von der Sonne abfallen — wenigstens in erster Näherung — und solche Beträge haben, daß ihrem Verlauf entsprechend für einen Stern direkt am Sonnenrande eine Verlagerung von 1,74″ resultieren müßte. Dieser vermutete Effekt einer Lichtablenkung tritt nun in der Tat bei allen 4 Finsternisaufnahmen so ausgesprochen hervor, *daß an ihrer Existenz wohl kaum mehr gezweifelt werden kann.* Sie tritt noch reiner in Erscheinung, wenn man die Sterne innerhalb konzentrischer Ringe um die Sonne zu Gruppen zusammenfaßt, weil dann die noch vorhandenen zufälligen Fehler in den Restgliedern gegenüber dem bei allen Sternen einer Gruppe gleichgerichteten Lichtablenkung zurücktreten. In der folgenden Tabelle 1 sind die entsprechenden Werte nach der Veröffentlichung von *Campbell-Trümpler* wiedergegeben:

Tabelle 1.

Gruppe	Anzahl der Sterne	mittlerer Abstand von der Sonne	beob. radiale Verschiebung	Verschiebung nach der Rel.-Theorie
1	8	0°.64	+0″,69	+0″,70
2	11	1,06	+ 0,46	+ 0,37
3	10	1,40	+ 0,39	+ 0,24
4	8	1,66	+ 0,22	+ 0,17
5	9	1,90	+ 0,21	+ 0,13
6	8	2,00	+ 0,17	+ 0,11
7	11	2,22	+ 0,08	+ 0,08
8	13	2,55	− 0,14	+ 0,02
9	14	2,97	− 0,08	− 0,03

Die Übereinstimmung der Werte ist befriedigend. Daß in der letzten Zeile und Kolonne auch für die theoretisch gegebene Verlagerung ein negativer Wert erscheint, hängt mit der Art der Reduktion zusammen und hat nur nebensächliche Bedeutung. Berechnet man für jede Platte nach der Methode der kleinsten Quadrate unter der Annahme, daß die Verlagerungen der Sternbildchen gegen die Sonne umgekehrt proportional dem Abstande zunehmen, den für den Sonnenrand resultierenden Betrag der Lichtablenkung, so erhält man die in Tabelle 2 wiedergegebenen Werte:

Tabelle 2.

Platte	Sternzahl	*Campbell*	Sternzahl	*Trümpler*	Mittel
1	62	+1,72 ± 0,32	69	+1,88 ± 0,27	+1,80
2	77	+1,35 ± 0,22	81	+1,62 ± 0,22	+1,48
3	80	+1,78 ± 0,22	84	+1,91 ± 0,19	+1,85
4			85	+1,76 ± 0,22	+1,76
				Mittel	+1,″72 ± 0,11
				Wert nach der Relativitätstheorie	1,745

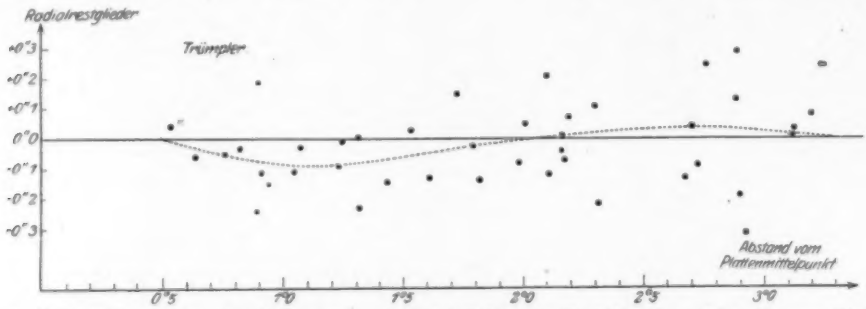

Fig. 1. Beobachtete radiale Verschiebungen der Sternscheibchen als Funktion des Abstandes vom Plattenmittelpunkt für die nächtlichen Vergleichsaufnahmen.

Der Mittelwert aus allen vier Platten fällt genau mit dem von der Theorie vorausgesagten Wert zusammen. Doch weichen, wie man sieht, die Einzelwerte noch recht beträchtlich voneinander ab. In der Figur 2 sind die beobachteten Werte und der theoretisch gegebene Verlauf für die Lichtablenkung eingetragen. Der geknickte Linienzug zeigt den Verlauf, wie ihn die Gruppenmittel liefern. Die Streuung der Einzelwerte ist noch recht beträchtlich.

Es kann aber wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß die Beobachtungen der Expedition der Licksternwarte die Existenz einer Lichtablenkung von der Größe und auch dem Verlauf, wie sie die Relativitätstheorie vorausgesagt hat, mit größter Wahrscheinlichkeit sicherstellen. Immerhin wird es nötig sein, bei kommenden Finsternissen weiteres Material zur Prüfung dieser wichtigen Fragen zu gewinnen. Denn die zufälligen Fehler in der vorliegenden Messungsreihe sind noch ziemlich groß. Es ist auch zu hoffen, daß in späteren Fällen sich die Gelegenheit finden wird, Sterne noch näher zum Sonnenrande zu beobachten, als es auf den Platten dieser Expedition möglich war. Methodisch läßt sich gegen die Beobachtungen und Reduktionen der amerikanischen Astronomen nichts Wesentliches einwenden. Man wird sich nur bemühen

müssen, eine größere innere Übereinstimmung der Messungen zu erreichen. Dazu wird z. B. auch gehören, daß man durch Aufkopieren eines Gitters die Schichtverzerrungen der Plattenschicht kontrolliert. Die Firma *C. Bamberg* hatte zu dem Zwecke zwei Kopiergitter von 45 × 45 cm Größe für die geplanten Beobachtungen der deutsch-holländischen Finsternisexpedition im vergangenen Jahre hergestellt. Es wird ferner ratsam sein, das Pointieren während der Expositionen noch sorgfältiger vorzunehmen und Instrumentalfehler, wie z. B. die Neigung des Lotes auf die Plattenebene gegen die optische Achse für jede Platte nach der Entwicklung und Trocknung durch erneutes Einlegen in die Kassette experimentell zu bestimmen und nicht nur aus einer Ausgleichung rechnerisch abzuleiten. Vielleicht wird es dann gelingen, den Verlauf der Lichtablenkung in späteren Fällen mit noch größerer Sicherheit festzulegen.

Die von der Lick-Sternwarte gewonnenen Resultate stellen aber einen entscheidenden Fortschritt in der Prüfung der allgemeinen Relativitätstheorie dar. Während die Beobachtungen der englischen Expeditionen im Jahre 1919 die Existenz einer Lichtablenkung nur wahrscheinlich machten, erheben die Beobachtungen der Expedition der Licksternwarte sie wohl zur Gewißheit. Auch darüber, daß die Größe und der Verlauf dieser Lichtablenkung den von der Relativitätstheorie gegebenen Werten entsprechen, kann kaum noch ein Zweifel bestehen. Von jetzt ab handelt es sich im wesentlichen noch um eine Wiederholung und Verfeinerung dieser wichtigen Beobachtung.

E. Freundlich.

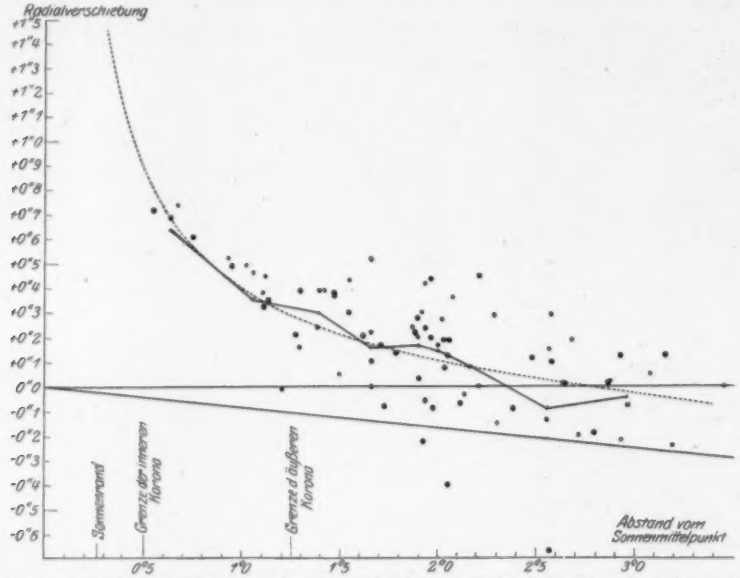

Fig. 2. Beobachtete radiale Verschiebungen der Sternscheibchen als Funktion des Winkelabstandes der Sterne von der Sonne für die Finsternisgegend. Die punktierte Linie zeigt den Verlauf der Lichtablenkung nach der Relativitätstheorie. Der gebrochene Kurvenzug verbindet die Werte für die mittleren radialen Verschiebungen der zu Gruppen zusammengefaßten Sterne.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Elektronenrückstoß bei der Zerstreuung der Röntgenstrahlen und Lichtquantenhypothese.

Eine vor kurzem von *A. H. Compton*[1]) entdeckte, höchst interessante Erscheinung besteht darin, daß monochromatische Röntgenstrahlen bei der Zerstreuung eine Zunahme der Wellenlänge erfahren, welche um so beträchtlicher ist, je größer der Streuwinkel. Die Theorie der Erscheinung, welche unabhängig und im wesentlichen übereinstimmend von *Debye*[2]) und von *Compton* selbst auf der Grundlage der Lichtquantenhypothese gegeben wurde, ist überraschend einfach: das primäre Strahlungsquant macht mit dem streuenden Elektron einen Stoßprozeß durch, bei welchem es einen Teil seiner Energie E auf das Elektron überträgt; der Energieabnahme des Quants entspricht eine Abnahme der Frequenz ν gemäß der invarianten Beziehung $E = h\nu$. Vom Verfasser wurde schon bei früherer Gelegenheit der Standpunkt geltend gemacht[3]), daß Lichtquanten verschiedener Frequenz sich nur durch ihre kinetische Energie unterscheiden; diese Auffassung macht offenbar den Vorgang der Röntgenstrahlenstreuung besonders anschaulich und erfährt durch ihn in gewissem Sinne eine Bestätigung.

[1]) Phys. Rev. *19*, 267, 1922; *21*, 207 u. 715, 1923.
[2]) P. Debye, Phys. Zschr. *24*, 161, 1923.
[3]) Zschr. f. Phys. *17*, 150, 1923.

Wie sich nunmehr herausgestellt hat, steht der Comptoneffekt in engster Beziehung zu einer anderen, vom Schreiber dieses gemachten Beobachtung[4]). Diese besteht darin, daß Röntgenstrahlung von genügender Härte in Gasen (untersucht wurden damals Luft und H_2) außer den bekannten photoelektrischen Kathodenstrahlen, welche der Einsteinschen $h\nu$-Beziehung genügen, noch eine Sekundärstrahlung kurzer Reichweite erregt. *Diese neuen Sekundärstrahlen sind, wie weitere Versuche zeigten, als die von der Debye-Comptonschen Theorie geforderten Rückstoßelektronen anzusprechen.* Während der erste Nachweis dieser Strahlen mittels der Wilsonschen Nebelmethode gelang, wurden die genaueren Messungen nach der Jonisationsmethode ausgeführt[5]). Das benutzte Prinzip war folgendes: durchsetzt ein enges Röntgenbündel den Raum zwischen den Platten eines Kondensators, und nimmt man die erzeugte Jonisation als Funktion des Gasdruckes im Kondensator auf, so muß die erhaltene Kurve einen Knick bei demjenigen Druck aufweisen, bei welchem die im Gase erzeugten Sekundärstrahlen gerade die Kondensatorplatten erreichen. Die auf diese Weise bestimmten Transversalkomponenten der Reichweite der kurzen Sekundärstrahlen sind im Einklang mit der Debye-Comptonschen Theorie; während z. B. die Scheitelspannung am Röntgenrohr von 72 auf 86 kV gesteigert wurde, nahm die transversale Reichweite von 0,07 auf 0,33 mm zu, umgerechnet auf Luft von normaler Dichte; dies entspricht einer Geschwindigkeit von 4,7 auf 6,7 . 10^9 cm/sec. Mit zunehmendem Atomgewicht des Sekundärstrahlers (H_2, Paraffin, He, Graphit, Luft, *Al*) nimmt die Geschwindigkeit ab, was sich qualitativ aus der zunehmenden mittleren Austrittsarbeit der Atomelektronen erklärt. Magnetische Ablenkungsversuche zeigten, daß die Strahlen in der Tat aus Elektronen bestehen.

Die völlige Absorption eines Lichtquants unter Auslösung eines Photoelektrons und die Ablenkung mit Elektronenrückstoß sind zwei prinzipiell verschiedene Äußerungen der Quantenstruktur der Strahlung, und es entsteht die Frage, in welcher Beziehung sie zueinander stehen. Ein formaler Gesichtspunkt hierzu sei kurz angedeutet.

Die Geschwindigkeitsverteilung $p_{\mathfrak{G}}$ unter den Molekeln eines idealen Gases mit Berücksichtigung der Massenveränderlichkeit ist gegeben durch ein Gesetz von der Form:

$$p_{\mathfrak{G}} = p_0\, e^{-\frac{\varepsilon}{kT}}\, \mathrm{d}\,\mathfrak{G}_x\, \mathrm{d}\,\mathfrak{G}_y\, \mathrm{d}\,\mathfrak{G}_z$$

wo $\mathfrak{G}$ der Impulsvektor und ε die Energie der Molekel ist[6]). Für die ruhende Molekel sei:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 = h\,\nu_0$$

wo ν_0 eine in den Eigenschaften der Molekel irgendwie begründete Frequenz bedeute; dann gilt allgemein für eine mit der Geschwindigkeit βc (c = Lichtgeschwindigkeit) bewegte Molekel:

$$\varepsilon = \frac{h\,\nu_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = h\,\nu$$

wo ν die ebenfalls nach der bekannten Formel für die Zeit transformierte Frequenz bedeutet, ferner:

$$|\mathfrak{G}| = \frac{h\,\nu}{c}\,\beta$$

Fragt man nun nach der relativen Zahl der Molekeln, deren Impuls dem absoluten Betrage nach in dem Bereich d $|\mathfrak{G}|$ liegt, so ist diese:

$$p_{|\mathfrak{G}|} = p_0\, e^{-\frac{\varepsilon}{kT}}\, 4\pi\, \mathfrak{G}^2\, \mathrm{d}\,|\mathfrak{G}|$$
$$= p_0\, e^{-\frac{h\nu}{kT}}\, 4\pi \left(\frac{h}{c}\right)^3 (\beta\,\nu)^2\, \mathrm{d}\,(\beta\,\nu)$$

Nehmen wir jetzt ν_0 als sehr klein gegen kT/h an, so haben alle Molekeln bis auf einen verschwindenden Bruchteil Geschwindigkeiten, welche nur sehr wenig unter der Lichtgeschwindigkeit liegen. Setzen wir dementsprechend $\beta = \text{const.} = 1$, so wird:

$$p_{|\mathfrak{G}|} = \text{const.}\ \nu^2\, e^{-\frac{h\nu}{kT}}\, \mathrm{d}\,\nu$$

woraus sich die relative Energie der in dem betrachteten Impuls- bzw. Schwingungszahlenbereich liegenden Molekeln durch Multiplikation mit $h\nu$ ergibt zu:

$$\text{const.}\ \nu^3\, e^{-\frac{h\nu}{kT}}\, d\,\nu$$

das ist das *Wiensche Strahlungsgesetz*[7]).

Weiter konnte Verfasser in einer demnächst in der Zschr. f. Phys. erscheinenden Notiz zeigen, daß die Einsteinsche Form der Strahlungstheorie, welche neuerdings vielfach mit Erfolg als Grundlage theoretischer Untersuchungen benutzt wurde, notwendig zur Annahme von Energiekomplexen (Quantenmultiplen) in der Strahlung führt, welche ein Vielfaches von $h\nu$ betragen, d. h. die „Strahlungsmolekel" verhält sich wie eine materielle Molekel, welche diskreter Energiestufen $n\,h\nu$ fähig ist. Für die Gesamtheit aller Molekeln, welche sich auf einer bestimmten Energiestufe befinden, gilt stets das Wiensche Strahlungsgesetz, und die Verteilung der Molekeln auf die verschiedenen Energiestufen ist derart, daß in der Summe das *Plancksche Strahlungsgesetz* gilt.

Es zeigt sich somit, daß die Hohlraumstrahlung sehr weitgehende Analogien mit einem idealen Gas aufweist, welches aus Bohrschen Molekeln besteht. Sie läßt sich darstellen als Grenzfall eines solchen Gases, indem man die Ruhemasse und Ruheenergie der Molekel für jede Energiestufe verschwindend klein werden läßt.

Betrachten wir aus diesem Gesichtspunkt die in Frage stehenden beiden Elementarprozesse, so stellt die *„Absorption"* eines Quants mit Photoemission einen Quantensprung der Strahlungsmolekel in den nächst niedrigen Zustand dar, wobei die freiwerdende Energie auf das Elektron übertragen wird. Es fällt nicht schwer, in diesem Vorgang die Analogie zu den *„Stößen zweiter Art"* zwischen angeregten Gasmolekeln und Elektronen zu erblicken. Dagegen stellt sich die *„Zerstreuung"* der Strahlung mit Elektronenrückstoß als *„elastischer Stoß"* zwischen Strahlungsmolekel und Elektron dar.

W. Bothe.

Berlin, den 9. November 1923.

[4]) Zschr. f. Phys. *16*, 319, 1923.

[5]) Die Arbeit erscheint demnächst in der Zschr. f. Phys.

[6]) *W. Pauli*, Enz. d. math. Wiss. V 2, S. 697.

[7]) Auch die const. läßt sich berechnen (*L. de Broglie* Journ. d. Phys. *3*, 422, 1922; Anm. b. d. Korr.).

Zoologische Mitteilungen.

Über die Verdauung von Hydra. In den Verhandlungen d. Zoolog. botan. Ges. in Wien, *73*. Bd. 1923, macht *K. v. Frisch* (Breslau) soeben sehr interessante Mitteilungen über dieses Thema. Es stellte sich, wie so oft, heraus, daß das, was man über die Verdauung dieses in jedem zoologischen Institut fast alltäglich gebrauchten Tieres zu wissen glaubte, jeder exakten Unterlagen entbehrte. *v. Frisch* bearbeitete daher diese

Frage von Grund aus und kam zu folgenden Ergebnissen. Während die Protozoen ausschließlich intrazellulär verdauen, findet man bei den Nesseltieren, zu denen Hydra gehört, bereits extrazelluläre Verdauung. Zunächst wurde untersucht, ob die Entodermzellen von Hydra zur Phagocytose befähigt sind. Er verfütterte zu dem Zweck Kienruß (der völlig unlöslich ist, denn nur so war die Frage mit Sicherheit zu entscheiden), der in Gelatine verrührt war. Um diese Bissen der Hydra schmackhaft zu machen, wurden die Gelatinebröckchen mit Preßsaft von Daphnien befeuchtet. In dieser Beschaffenheit fraßen die Hydren die Bissen sehr gierig. Kurz nach der Fütterung waren in den Entodermzellen, in Vakuolen eingeschlossen, die Rußpartikel zu finden. Die Entodermzellen sind also zur Phagocytose befähigt. Die Gelatinebrocken wurden aber auch durch ein im Gastralraum vorhandenes, eiweißspaltendes Ferment verflüssigt, wie sich weiterhin ergab. Auch Fibrinflöckchen und koaguliertes Hühnereiweiß wurde zum Zerfall gebracht. Entsprechende Kontrollversuche ergaben, daß tatsächlich bei Hydra ein extrazellulär wirksames, proteolytisch wirksames Ferment abgeschieden wird. Die Verdauung von Hydra geht demnach wie folgt vor sich: es findet eine extrazelluläre Vorverdauung statt, die mit Hilfe des proteolytischen Fermentes eingeleitet wird. Bei der Resorption der zerbröckelten Nahrungskörper spielt aber auch Phagocytose eine große Rolle, z. B. werden Fettropfen anscheinend unverändert phagocytiert. Wenigstens konnte ein fettspaltendes Ferment im Gastralraum bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Es werden ferner Eiweißbröckchen, sobald es ihre Größe gestattet, phagocytiert und gleichzeitig findet eine Aufnahme bereits gelösten Eiweißes statt. Es sind also beide Möglichkeiten für die Aufnahme von Eiweißkörpern bei Hydra verwirklicht. Durch sehr sinnreich ausgedachte Versuche erbrachte *v. Frisch* den Beweis. Weiter finden sich in der Arbeit noch Angaben über die Rolle der Vakuolen bei der Verdauung. Eine ausführliche Arbeit über das Thema wird angekündigt.

Ein Zwergwels, der kommt, wenn man ihm pfeift. Sprachlich ist der Titel wenig schön! Um so bemerkenswerter sind die Beobachtungen, welche in dieser Arbeit *v. Frisch* (Breslau) mitteilt (Biolog. Zentralblatt *43*. Bd., H. 3, 1923). Die Frage, *ob die Fische hören*, ist noch heute stark umstritten. Zum Nachweis des Gehörvermögens muß nach dem Verfasser der Beweis erbracht werden einmal, daß die Fische auf Schallreize reagieren, und zweitens, daß die Reaktion durch das Labyrinth vermittelt wird. *v. Frisch* experimentierte mit Zwergwelsen (Amiurus nebulosus. Ref.), einer Art, die schon *H. N. Maier* zu seinen Untersuchungen verwendet hatte. Verfasser versuchte *diesen Fisch auf Töne zu dressieren*. Er stellte Versuchsbedingungen her, unter denen ein zunächst belangloser Ton für den Fisch von Bedeutung wurde, d. h. Verfasser wendete sogenannte „biologische Schallreize" an. Um optische Reize vollkommen auszuschalten, wurden vor dem Versuche den Tieren die Augen exstirpiert. Dann begann der Versuch. Bei jeder Fütterung, d. h. kurz vorher, wurde ein Pfiff in mittlerer Lage ausgestoßen. Bereits am 6. Tage reagierte ein Tier deutlich, es kam aus seinem Versteck (eine Tonröhre), in dem es gewöhnlich lag, hervor. Dreißigmal wurde, an jedem Tage einmal, der Versuch wiederholt. Jedesmal kam der Fisch hervor; das Verlassen der Röhre dauerte im Durchschnitt nur 4,8 Sekunden. Nach dem Hervorkommen erhielt der Wels sein Futter (rohes Fleisch) auf einem Glasstäbchen gereicht. In 30 Versuchen, nach dem sechsten Dressurtage, versagte das Tier kein einziges Mal. Nachdem der Versuch auch vor einwandfreien Zeugen ausgeführt worden war, dressierte *v. Frisch* einen zweiten Wels mit demselbn Erfolg. Nur gelang hier die Dressur erst einwandfrei am 25. Versuchstage, sie versagte dann aber nicht mehr. Nach seinen Versuchen schließt *v. Frisch*, daß die Frage, *ob die Fische hören*, auch damit noch nicht entschieden ist, denn die Reaktion kann auch auf einem hochentwickelten Tastsinn beruhen wie auf echtem Gehör. Sicher ist aber eines: daß die *Zwergwelse auf Töne reagieren*. Verfasser glaubt, daß mit der Dressur auf Töne, in Verbindung mit einer entsprechenden Operationstechnik, eine Methode gefunden ist, die eine restlose Klärung der Frage nach dem Hören der Fische ermöglicht. Über die Ergebnisse seiner diesbezüglichen Arbeiten will er später berichten. *Albrecht Hase.*

Kopftransplantation an Insekten. (*W. Finkler*, Arch. f. mikr. Anat. u. Entw.-Mech. *99*, 1, 1923.) Die Ergebnisse dieser jetzt in drei Teilen erschienenen Arbeit waren bereits aus früher publizierten vorläufigen Mitteilungen bekannt. *Finkler* führte an einer Reihe von Insekten Kopftransplantationen aus, indem er sich einer sehr einfachen, „autophore Methode" benannten Technik bediente. Die Köpfe wurden durch einen Scherenschnitt vom Rumpf getrennt und einem anderen Tier in die Gelenkpfanne des ebenfalls herausgenommenen Kopfes eingesetzt. Irgendwelche Befestigungsmittel waren dabei überflüssig, da das Blut einen guten Wundverschluß herstellt. Benutzt wurden für die Untersuchungen Hydrophilus piceus und Dytiscus marg. nalis, Notonecta-Arten, Imago und Larve von Dixippus morosus, Larven von Tenebrio molitor und Puppen von Vanessa io und V. urticae. Die Funktionsfähigkeit transplantierter Köpfe wurde bewiesen durch wiederhergestellte normale Geh- und Schwimmbewegungen, durch die Aufnahme von Nahrung und durch Defäkation.

Im zweiten Teil der Arbeit wurden die Köpfe von Hydrophilus ♂♂ und ♀♀ vertauscht, um den Einfluß der Gehirnganglien auf die Geschlechtsfunktionen festzustellen. Um die Möglichkeit von Täuschungen auszuschließen, wurden die normalen Begattungsvorgänge genau beobachtet und einzelne Bewegungen als typisch im Verhalten der beiden Geschlechter zueinander festgestellt. Zu dem gleichen Zwecke wurde auch festgestellt, daß die ♂♂ untereinander keine Begattungsversuche machen, was bei anderen Käferarten beschrieben wurde. Unter diesen Kautelen wurde einwandfrei beobachtet, daß 1. ein normales ♂ mit einem ♂ mit ♀-Kopf keine Kopulationsversuche machte, 2. daß ein normales ♂ ein ♀ mit ♂-Kopf zu begatten versuchte, wobei aber das ♀ *nicht* die typische weibliche Begattungsstellung der Beine einnahm, 3. daß ein normales ♀ und ein ♂ mit ♀-Kopf sich gegeneinander gleichgültig verhielten, und 4. *daß ein ♀ mit ♂-Kopf an einem normalen ♀ unter typischen männlichen Bewegungen Begattungsversuche ausführte.* Andere Kombinationen dienten noch zur Sicherung dieser Ergebnisse. Mithin ist also „für das aktive Geschlechtsleben der Kopf bestimmend".

Im letzten Teil dieser Untersuchungen wurde der Einfluß des transplantierten Kopfes auf die Farbe des Körpers geprüft mit folgenden Ergebnissen: Bei Transplantation eines Hydrophiluskopfes auf einen Dytiscuskörper verschwindet der gelbe Rand des Dytiscus und die Farbe des Chitins schlägt von einem glänzenden Braun in ein mattes Schwarz um. (Hydroph. ist schwarz gefärbt!) Umgekehrter Austausch der Köpfe

hatte keine Wirkung auf die Farbe. Bei Austausch der Köpfe der Wasserwanzen Notonecta glauca (hell) und marmorea (pigmentiert) zeigte sich keine Farbveränderung des glauca-Körpers. Wurden nun die hellen Flügeldecken der N. glauca einer zweimonatigen Beleuchtung ausgesetzt, so pigmentierten sich diese nach Art der marmorea-Form. Der Kopf einer in dieser Weise künstlich pigmentierten glauca rief jetzt, auf einen unbehandelten glauca-Körper verpflanzt, dort die gleiche Pigmentation hervor. Bei Austausch der Köpfe zwischen grünen, braunen und schwarzen Farbmodifikationen von Dixippus morosus zeigte sich ebenfalls, daß der Kopf die Farbe des Körpers beeinflußt. Das Gleiche trat beim Austausch der Vorderenden von braunen und gelben Exemplaren des Mehlwurms ein. Bei Austausch der Kopfteile heller und dunkler Puppen von Vanessa io und V. urticae wurde der Puppenkörper nur teilweise wie der transplantierte Kopf gefärbt. Die Köpfe der Goldpuppen von V. urticae riefen jedoch an matten Puppen keinen Metallglanz hervor, dagegen beseitigte ein matter Kopfteil den Metallglanz der Goldpuppen. Alle Versuche (mit Ausnahme des einen) zeigen aber deutlich, daß die Körperfarbe vom Kopf bzw. — worauf u. a. Blendungsversuche hindeuten — von den Augen des Tieres stark beeinflußt wird.

Über den physikalischen Zustand von Plasma und Zelle der Opalina ranarum (Purk. et Val.). (*J. Spek* Arch. f. Protistenkunde *46*, 2, 1923.) Die vorliegende Arbeit *Speks* schließt sich eng an einige seiner früheren Arbeiten an, in denen er die Auffassung verfocht, daß die Aufnahme von Wasser und Salzen in die lebende Zelle vorwiegend durch kolloidale Zustandsänderungen der Zellmembranen und des Plasmas, die wiederum direkt auf die Einwirkungen des umgebenden Mediums zurückzuführen waren, bedingt sei. Dieser Ansicht standen neue Versuche *J. Loebs* entgegen, der die Wasseraufnahme der Zellen auf elektroosmotische Vorgänge zurückzuführen bemüht war. Nach dieser, aus Modellversuchen mit Kollodiumsäckchen abgeleiteten Ansicht sollte das Wasser in den Membranporen elektrisch geladen werden, als positive Partikel durch die Membran durchgehen und von den im Innern der Zelle befindlichen Anionen angezogen werden. Diese Auffassung konnte *Spek* durch den Nachweis entkräften, daß die Wasseraufnahme der Zelle auch noch durch eine Reihe anderer Faktoren bewirkt werden kann, die gleichzeitig auch die Osmose beeinflussen. Wenn z. B. osmotisch gut wirksame Salze gleichzeitig durch Verdichtung oder Auflockerung der Zellmembranen den Wasseraustritt erschweren oder erleichtern, so läßt sich mit ihnen ein strikter Beweis für das Vorhandensein *osmotischer* Vorgänge nicht führen. *Loebs* eigene Modellversuche gelangen stets nur 20 Minuten lang, da dann die Salze in die Kollodiumsäckchen eindrangen, worauf die elektroosmotischen Erscheinungen aufhörten. Schon diese Tatsache dürfte den Wirkungsbereich der Elektroosmose bei lebenden Zellen zum mindesten sehr beschränken.

Opalina ranarum, ein im Enddarm des Frosches lebendes Infusor, erwies sich als sehr geeignet für osmotische Versuche, da sie bei Salzzusätzen zur Kulturflüssigkeit relativ große und meßbare Volumenveränderungen zeigt. Die Tiere wurden in innerhalb der physiologischen Konzentration verschieden starke Lösungen reiner und gemischter Salze gebracht, wobei sich als wesentliches Ergebnis zeigte, daß „auch in isosmotischen Lösungen verschiedener Salze das Volumen von Opalinen gleicher Herkunft und gleicher Größe sehr verschieden ausfallen kann, daß in manchen Lösungen die Werte ganz außerordentlich von der Kontrolle abweichen und daß die extremen Werte der Breiten- und bisweilen auch der Längendurchmesser sich wie 1 : 2, ja in der Dicke der Tiere sogar wie 1 : 7 verhalten können". Die stark fällenden Salze verdichten die Zelloberfläche so, daß ihr Eindringen sehr erschwert wird. Gegen das stark fällende $CaCl_2$ erwies sich Opalina als sehr empfindlich. Relativ geringe Dosen riefen im Plasma durch zu starke Fällungswirkung eine tiefbraune letale Koagulation hervor, und nur in ganz außerordentlicher Verdünnung dichtet Ca in Gegenwart anderer Salze die Zelloberfläche gerade richtig ab. Minder stark fällende Salze dichten zunächst die Oberfläche ab, was sich durch das Klarbleiben des Plasmas kundgibt. Erst nach einiger Zeit zeigt eine diffuse Trübung das Eindringen der Salze in die Zelle an. Die schwach fällenden Salze wie Kalisalze und z. T. $MgCl_2$ bringen nach kurzer Zeit eine feine Trübung des Plasmas hervor, sie dringen also schnell in die Zelle ein. Bei Kombination zweier Salze zeigten sich antagonistische Wirkungen insofern, als sie ihre fällende Wirkung gegenseitig steigerten. *Spek* hält es für möglich, daß diese Wirkung durch das Auftreten zweier verschieden starker Ausfällungen zustande kommt, deren eine, feinere, die „Lücken" der anderen, gröberen, ausfüllt. Außerordentlich stark quellend wirken die Kaliumsalze, deren Wirkung durch die Anionen in folgender Reihe beeinflußt wird: $SCN > Br > Cl > SO_4$. Dabei ist im Hinblick auf die Annahme osmotischer Erscheinungen zu beachten, daß sehr große Volumdifferenzen (z. T. doppelte Größe) bei isomolekularen Salzreihen auftreten. Versuche mit relativ indifferenten Salzen wie NaCl zeigten, daß selbst bei bedeutenden Konzentrationsdifferenzen die Tiere nur minimal ihr Volumen änderten. Der Nachweis, daß kolloidale Fällungs- und Quellungsprozesse mindestens die osmotischen Vorgänge überwiegen, ist also erbracht.

Ein anderer Abschnitt der Arbeit behandelt die Plasmastruktur der Opalinen und ihre physiologische Veränderlichkeit. Es gelang *Spek*, durch verschiedene Salzzusätze zu den Kulturflüssigkeiten die Struktur des Plasmas so zu verändern, daß relativ große Tröpfchen im ultramikroskopischen und auch im mikroskopischen Bild leicht erkennbar wurden. Zahlreiche nicht quellende Salze, wie Sulfate mit Ausnahme von K_2SO_4, $MgCl_2$ und gemischte Salzlösungen, denen noch außerdem $NaHCO_3$ zugesetzt war, riefen eine so grobe Emulsionsstruktur des Plasmas hervor, daß die zu großen Blasen ineinander geplatzten Tröpfchen selbst bei schwächerer Vergrößerung sichtbar wurden. Diese Experimente zeigten, daß auch die normale Struktur des Opalinenplasmas, die an oder unter der Sichtbarkeitsgrenze steht, Emulsionscharakter hat, denn die Sichtbarmachung desselben beruht nicht auf einer Struktur*änderung*, sondern auf dem Ineinanderplatzen schon vorhandener, aber nicht oder kaum sichtbarer Tröpfchen. Es handelt sich also bei der Vergröberung um eine Dispersitätsverminderung der Plasmaemulsion. Das emulsoide Plasma scheint überhaupt nach *Speks* Beobachtungen weitaus häufiger zu sein als Plasma mit Schaumstruktur. Es wurde also hier durch die salzphysiologische Methode neues Licht in das alte Strukturproblem gebracht. *K. Baldus.*

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr. Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.

Ein gutes Buch, das beste Weihnachtsgeschenk.

Entstehung und Ausbreitung der Alchemie. Mit einem Anhange: Zur älteren Geschichte der Metalle. Ein Beitrag zur Kulturgeschichte. Von Prof. Dr. **Edmund O. von Lippmann**, Dr.-Ing. e. h. der Technischen Hochschule zu Dresden, Direktor der „Zuckerraffinerie Halle" in Halle a. S. (XVI, 742 S.) 1919. 26 Goldmark / 6 Dollar.

Das Buch Lippmanns ist für die Kenntnisse der Alchemie als Teil der Kulturgeschichte von großer Bedeutung und wird infolge seiner Reichhaltigkeit und Gründlichkeit als Quellenwerk vielfach benutzt werden. Es besitzt aber auch für einen weiteren Leserkreis ein entschiedenes Interesse, denn trotz der Häufung der Angaben und Einzelheiten hat es der Verfasser verstanden, kein trockenes Nachschlagewerk, sondern ein anregendes und angenehm zu lesendes historisch-naturwissenschaftliches Buch zu schaffen.

„Frankfurter Zeitung."

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Von Prof. Dr. **Edmund O. von Lippmann**, Dr.-Ing. e. h. der Technischen Hochschule zu Dresden, Direktor der „Zuckerraffinerie Halle" in Halle a. S. Mit 2 Abbildungen im Text. (VIII, 314 S.) 1923.

8 Goldmark; gebunden 9,50 Goldmark / 1,95 Dollar; gebunden 2,30 Dollar.

... Der großen Vielseitigkeit und der erstaunlichen Belesenheit des Verfassers ist es möglich, die Grenzen des bearbeiteten Gebietes außerordentlich weit zu spannen. Neben den grundlegenden Abhandlungen über die Entdeckung des Alkohols und der Mineralsäuren treffen wir z. B. Untersuchungen über Chemisches und Technisches bei Dante, über das Verhältnis von Petrarca zur Alchemie sowie über Goethes Faust ... Möchten uns noch manche Gaben aus dem reichen Wissensschatze und der unablässig wirksamen Forscherwerkstätte des Verfassers beschieden sein, so daß er in einigen Jahren wiederum einen stattlichen Sammelband der dankbaren Leserschaft darbieten kann.

„Die Naturwissenschaften."

Die Alchemie des Geber. Übersetzt und erklärt von Dr. **Ernst Darmstaedter.** Mit 10 Lichtdrucktafeln. (X, 202 S.) 1922.

12 Goldmark; gebunden 13,25 Goldmark / 2,90 Dollar; gebunden 3.20 Dollar.

Dieses Buch enthält eine ausführlich kommentierte Übersetzung aller in lateinischen Texten erhaltenen Werke Gebers, des angesehensten alchemistischen Autors des Mittelalters. Die eingehenden Erläuterungen des Übersetzers behandeln die Experimente und Präparate Gebers, sowie die alchemistischen Theorien des Mittelalters und des Altertums.

Darmstaedter's Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. In chronologischer Darstellung. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Unter Mitwirkung von Prof. Dr. **R. du Bois-Reymond** und Oberst z. D. **C. Schaefer** herausgegeben von Prof. Dr. **L. Darmstaedter.** (XII, 1262 S.) 1908. 16 Goldmark / 3,80 Dollar.

Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie. Ein technologisch-historischer Versuch. Von Dr. phil. **Gustav Fester**, a. o. Professor an der Universität Frankfurt a. M. (VIII, 225 S.) 1923.

7,50 Goldmark; gebunden 9 Goldmark / 1,80 Dollar; gebunden 2,15 Dollar.

Geschichte der organischen Chemie. Erster Band. Von **Carl Graebe.** (X, 406 S.) 1920. 13 Goldmark; geb. 16 Goldmark / 3,15 Dollar; geb. 3,85 Dollar.

... Wer mitten in der Entwicklung der Naturwissenschaften steht und gezwungen ist, stets von den umwälzenden Ideen Kenntnis zu nehmen und sich immer wieder erneut auf die wechselnden Anschauungen einzustellen, der wird in der Mußestunde gerne diese ruhige Betrachtung lesen, welche in Sprach- und Formschönheit zu der Quelle zurückführt, aus der die Erfindungen und Entdeckungen der organischen Chemie geflossen sind. Aber auch der Jugend und besonders der akademischen ist die Lektüre des Buches dringend zu raten .....

„Frankfurter Zeitung."

Die geschichtliche Entwicklung der Chemie. Von Dr. **Eduard Färber.** Mit 4 Tafeln. (XII, 312 S.) 1921. 11 Goldmark / 2,80 Dollar.

Einführung in die Chemie. Ein Lehr- und Experimentierbuch. Von **Rudolf Ochs.** Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 244 Textfiguren und einer Spektraltafel. (XII, 522 S.) 1921. Geb. 10 Goldmark / Geb. 2,40 Dollar.

Das Buch von Ochs gehört zu den wenigen Weihnachtsbüchern, die die Jugend nicht nur unterhalten, sondern auch in ihrem Bildungsgang zu fördern geeignet sind. Dem jungen Nachwuchs, der sich dem Berufe des Chemikers, Physikers, Pharmazeuten usw. zuwenden will, sei es als wertvolles Geschenk besonders empfohlen.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Geschenkwerke für Weihnachten

Bildnerei der Geisteskranken. Ein Beitrag zur Psychologie und Psychopathologie der Gestaltung. Von **Hans Prinzhorn**, Dr. phil. et med., Nervenarzt in Dresden-Weißer Hirsch. Zweite Auflage. Mit 187 zum Teil farbigen Abbildungen im Text und auf 20 Tafeln, vorwiegend aus der Bildersammlung der Psychiatrischen Klinik Heidelberg. (VIII, 361 S.) 1923.

In künstlerischen Geschenkband gebunden 36 Goldmark / 9,60 Dollar.

Ein Werk voller Probleme, eine neue Bahnen brechende Studie, die Lösungen kaum anbietet, aber so viel mit Takt und Spürkraft enthüllt, daß jedem, der selbst produziert, der Atem schwerer wird, das Herz in die Kehle steigt. Mit liebender Sorgfalt sind diese „Werke" von den sinnlosesten Kritzeleien bis zu den erschütterndsten Visionen aufgeordnet, und aus chaotischem Gefüge steigt langsam eine neue Einheit, rätselhaft, wie aus den spätesten Strophen Hölderlins. „Prager Presse."

Psychopathologische Dokumente. Selbstbekenntnisse und Fremdzeugnisse aus dem seelischen Grenzlande. Von Dr. med. **Karl Birnbaum.** (XII, 322 S.) 1920.

8 Goldmark; gebunden 11 Goldmark / 1,95 Dollar; gebunden 2,65 Dollar.

... Birnbaum gibt eine ausgezeichnet ausgewählte Sammlung von Aussprüchen kranker und psychopathischer Männer, deren Namen dafür birgt, daß hinter ihren Beobachtungen auch wirklich etwas steckt. Ferner enthält das Buch zuverlässig scheinende Beobachtungen von andern an solchen Männern. ... Geordnet ist der Stoff nach psycho-pathologischen Gesichtspunkten mit kurzen verbindenden und beleuchtenden Zwischenbemerkungen. Das Buch bietet ein prächtiges Material zum direkten Studium und ist anderseits ein willkommenes Nachschlagewerk für denjenigen, der die meisten dieser Aussprüche schon kennt, aber sie im Bedarfsfalle auch zur Hand haben möchte.

„Münchener medizinische Wochenschrift."

Psychologie der Weltanschauungen. Von **Karl Jaspers**, o. ö. Prof. der Philosophie an der Universität Heidelberg. Zweite, durchgesehene Auflage. (XII, 486 S.) 1922. 13 Goldmark; gebunden 15 Goldmark / 3 Dollar; gebunden 3,60 Dollar.

... Es ist ein Werk der verstehenden Psychologie ... Jaspers handhabt die vorstehende Methode mit größter Virtuosität; wahrhaft erstaunlich ist die Kraft und Beweglichkeit der Einführung, die ihm bei der Durchmusterung der feinsten Falten des Seelenlebens zu Gebote steht ... „Naturwissenschaften."

Psychologie der Zusammenhänge und Beziehungen. Von Dr. med. **Vera Strasser** in Zürich. (VIII, 592 S.) 1921.

18 Goldmark; gebunden 20,60 Goldmark / 4,30 Dollar; gebunden 4,95 Dollar.

Jeder Leser, besonders der Psychiater und Neurologe, wird in dem Buche vieles finden, was zum Widerspruch reizt, was bei dem großen Umfang des der Betrachtung unterworfenen Stoffes selbstverständlich ist, jeder wird aber auch eine Fülle von Anregungen aus der Lektüre gewinnen und die gewaltige durchaus selbständige Denkarbeit der Verf., von der das Werk zeugt, anerkennen. Ein sorgfältiges Sachverzeichnis erleichtert das Nachschlagen von Einzelheiten in dem vorzüglich ausgestatteten Buche.

„Kongreßzentralblatt für die gesamte innere Medizin."

Deutsche Irrenärzte. Einzelbilder ihres Lebens und Wirkens. Von Professor Dr. **Theodor Kirchhoff** in Schleswig. Herausgegeben mit Unterstützung der Deutschen Forschungsanstalt für Psychiatrie in München, sowie zahlreicher Mitarbeiter.

Erster Band: Mit 44 Bildnissen. (VIII, 274 S.) 1921.

Gebunden 9 Goldmark / Gebunden 2,15 Dollar.

Es ist in unserer materiellen Zeit eine besondere Freude, ein Buch empfehlen zu dürfen, das rein idealen, wissenschaftlichen Zwecken dient. Der vorliegende 1. Band umfaßt die Geschichte der Vorläufer der deutschen Irrenheilkunde vom Ende des 18. bis etwa zum Ende des 19. Jahrhunderts.

Die einzelnen Abschnitte sind von zahlreichen Mitarbeitern auf Grund eingehender Quellenstudien verfaßt und geben ein anschauliches Bild vom Leben und Wirken unserer Vorgänger. „Deutsche medizinische Wochenschrift."

Intelligenzprüfungen an Menschenaffen. Von **Wolfgang Köhler.** Zweite, durchgesehene Auflage der „Intelligenzprüfungen an Anthropoiden I" aus den Abhandlungen der Preußischen Akademie für Wissenschaften, Jahrgang 1917, physikalisch-mathematische Klasse Nr. 1. Mit 7 Tafeln und 19 Skizzen. (IV, 194 S.) 1921.

6 Goldmark; gebunden 9 Goldmark / 2,40 Dollar; gebunden 2,80 Dollar.

Köhler hat mit seinen außerordentlich bedeutungsvollen Untersuchungen gezeigt, auf welchen Wegen es möglich ist, klare Einblicke in die Einsichtsfähigkeit der Schimpansen zu gewinnen ... Abgesehen von der großen Bedeutung für die Intelligenzprüfung ist das Buch ungemein wertvoll durch zahlreiche Beobachtungen über die sonstige Psychologie der Schimpansen. Nebenbei erfahren wir, welche Mannigfaltigkeit von „Persönlichkeiten" sich unter den Tieren findet, wir hören von der Art ihrer Spiele, ihrem Verhalten zu Menschen, Kameraden und Dingen. Sehr interessant schildert K., wie das gespannte Zusehen, das innerliche Mitmachen zum „Helfen" bei den Arbeiten anderer wird.

Köhlers Buch ist eines von den seltenen, das man am Ende mit dem aufrichtigen Bedauern, nicht weiterlesen zu können, weglegt. „Münchener medizinische Wochenschrift."

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Verantwortlich für den Anzeigenteil C. Lemke, Berlin W. — Druck von H. S. Hermann & Co., Berlin SW 19, Beuthstraße 9.

Hierzu eine Beilage der Verlagsbuchhandlung **Paul Parey** in **Berlin SW 11**